શ્રી

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભાગ ૧ લો.

ધોરણ પાંચમાના વિદ્યાર્થીઓ તથા શિક્ષકો માટે.

લેખક,

મથુરભાઈ કાલીદાસ પટેલ.

પ્રકાશક,

મથુરભાઇ કાલીદાસ પટેલ,

તાલુકા સ્કૂલ હેડમાસ્તર—પાદરા.

આવૃત્તિ ત્રીજી. નકલ ૧૦૦૦.

અમદાવાદ.

ધી "ડાયમંડ જ્યુબિલી" પ્રિન્ટિંગ પ્રેસમાં
પરીખ દેવીદાસ છગનલાલે છાપ્યું.

સંવત ૧૯૭૧. સને ૧૯૧૫.

કિંમત ૪ આના.

પ્રસ્તાવના

વડોદરા રાજ્યનાં નવીન ધોરણોમાં સૃષ્ટિજ્ઞાનનો સ્વતંત્ર વિષય રાખી ધોરણ ૫ મા વાંચનમાળા પાંચમીનો અને ધોરણ ૬ માં વાંચનમાળા છઠ્ઠીનો ૩ જો ભાગ સમજથી શિખવવા ઠરાવ્યું છે. આ વિષયમાં વનસ્પતિ શાસ્ત્ર, ભૂસ્તર શાસ્ત્ર, પ્રાણી શાસ્ત્ર, ઇંદ્રિય વિજ્ઞાન શાસ્ત્ર, ખગોળ શાસ્ત્ર, પદાર્થ વિજ્ઞાન શાસ્ત્ર અને રસાયન શાસ્ત્ર વગેરે વગેરે જ્ઞાનનાં મૂળતત્ત્વો સમાવેલાં હોવાથી પ્રાથમિક શાળાઓના નાની વયના અને થોડા જ્ઞાનવાળા વિદ્યાર્થીઓને મૂળતત્ત્વ રૂપ પાઠો સમજવા કઠણ પડે છે એમ અનુભવથી સમજાયું છે તેથી કેટલાક શિક્ષક બંધુઓની સલાહથી **ધો. ૫ માટે સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા. ૧ લો, અને ધો. ૬ માટે સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભાગ ૨ જો** પુસ્તકોના ક્રમે પણ સરળ ભાષામાં રચવામાં આવેલા છે.

આ પુસ્તક માટે પ્રૉ. મોદકનાં મરાઠી સૃષ્ટિશાસ્ત્રનો, સર ભાલચંદ્રના મરાઠી વનસ્પતિ શાસ્ત્રનો, મરાઠી શાળાપત્રમાં આવેલા છૂટક લેખોનો અને બીજા અનેક લેખોના મનનનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો છે. પહેલી આવૃત્તિ પ્રસિદ્ધ થતાં મે. વડોદરા મેલ ટ્રેનિંગ કોલેજના વૉઇસ પ્રિન્સિપાલ સાહેબ ડૉ. પંડયા અને અધ્યાપકો મે. ગાંડાભાઈ, મે. જોશી વગેરેને લેખ પસંદ પડ્યો હતો તેમજ ઘણા શિક્ષક બંધુઓએ અને મેલ ટ્રેનિંગ કોલેજના વિદ્યાર્થીઓએ બુકોનાં વખાણ કર્યાં હતા. અને પોતાના પાઠ તૈયાર કરવામાં ઘણો ઉપયોગ કર્યો હતો. વડોદરા મેલ ટ્રેનિંગ કોલેજના મે. પ્રિન્સિપાલ સાહેબે અને બીજા શિક્ષક બંધુઓએ ફરી આવૃત્તિ કાઢવા પ્રસંગ આવતાં પહેલી આવૃત્તિ કરતા વિશેષ પેટાં પાડવા અને પેટાની માર્જીનલ નોટ કાઢવા સૂચવ્યું હતું તે પ્રમાણે બીજી અને આ ત્રીજી આવૃત્તિમાં સુધારો કરવામાં આવ્યો છે અને શિક્ષકોને શિખવવામાં વધુ મદદ કરે એવી રચના વિસ્તારથી કરવામાં આવી છે તેથી હું ધારૂં છું કે આ આવૃત્તિ શિક્ષક બંધુઓને, વિદ્યાર્થીઓને અને ટ્રેનિંગ કોલેજના સ્કૉલરોને વધુ ઉપયોગી થઈ પડશે.

મ. કા. પટેલ.

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભાગ ૧ લો.

હવા.

હવાનું અસ્તિત્વ:—હવા આંખવડે દેખાતી નથી, અને સુંઘવાથી (વાસથી) જણાતી નથી છતાં ૨ પ્રકારે તેનું અસ્તિત્વ (હોવાપણું) સમજાય છે. (૧) **સ્પર્શથી** અને (૨) **અવાજથી.**

સ્પર્શથી જણાતી હવા:—પંખાથી ધકેલી શરીરપર લાવતા હવાની અસર જણાય છે. વળી હવા જોરથી વહી શરીરપર આવે છે ત્યારે પણ જણાય છે. હવામાં જોરથી હાથ ફેરવતાં તે હાથને અથડાતાં જણાય છે. જોરથી કિનાવળા દોડતા કે ગાડીમાં બેસી દોડતાં શરીરને લાગે છે એટલે જણાય છે. આ રીતે સ્પર્શથી હવા છે એમ સમજાય છે.

અવાજથી જણાતી હવા:—હવા જોરથી વહે છે ત્યારે અવાજ—સુસવાટ થાય છે. વાંસળી કે ગળા વગેરેમા હવાથી અવાજ થાય છે, વાસણમાં પાણી પેસતાં હવા બહાર નીકળતાં અવાજ થાય છે. આ રીતે અવાજ થતાં હવા હોવાનુ સમજાય છે.

વાતાવરણ:—હવા સ્થિર હોય ત્યારે હવા કહેવાય છે અને તે ગતિમા હોય—દોડતી હોય ત્યારે **પવન** કહેવાય છે. પવનને વા કે **વાયરો** પણ કહે છે. હવા પૃથ્વીની ચોમેર લગભગ* ૧૦૦ મૈલ સુધી ઘેરાયેલી છે. આ હવાનો ઘેરાવો **વાતાવરણ** (**વાત** એટલે વા + **આવરણ** એટલે ઢાંકણુ = વાનુ ઢાંકણુ—વાનુ પડ—હવાનુ પડ) કહેવાય છે. આ વાતાવરણ પ્રાણીઓના શરીરમાં અને ખાલી વાસણોમાં સુદ્ધાં છે.

ખાલી વાસણમાં હવા છે તે જાણવાની રીત:—ખાલી દેખાતો લોટો કે ઘડો પાણી કાઢતાં કૂવામાં પાણી ઉપર ઉંધો પડી જાય છે ત્યારે તેમજ

---

* જુની સમજ આખું આકાશ હવાવાળુ હોવાની હતી. પાછળથી શોધ થતા ૪૫ મૈલ હોવાનું સમજાયું પણ હાલ ૧૦૦ મૈલના પડની સાબીત થઈ છે

તળાવ કે નદીના પાણી ઉપર વાસણ ઉધું પાડી ઉપર હાથ રાખી માણસો તરે છે ત્યારે લોટા કે વાસણની અંદર પાણી પેસતું નથી અને વાસણ પાણી ઉપર તર્યા કરે છે; કેમકે વાસણની ચોતરફ પાણી હોવાથી તેની અંદરની હવા બહાર નીકળી શકતી નથી તેથી હવાથી ભરેલા વાસણમાં પાણી પેસી શકતું નથી. ચંબુના મુખમા બંધ બેસતી ગળણી મૂકી ઝડપથી પાણી રેડતાં પાણી અંદર ન ઉતરતાં ગળણીમાં ભરાઈ રહે છે; કેમકે ગળણીના સાંકડા મુખમાં પાણી ભરાવાથી અંદરની હવા બહાર નીકળી શકતી નથી તેથી અંદરની હવા પાણીને નીચે ઉતરવા દેતી નથી. એજ રીતે ફાનસમાં ગ્યાસ-લેટ રેડતાં અને સાંકડા મુખના ખડીઆમાં શાહી રેડતાં મુખમાં ભરાઇ રહે છે કે પરપોટા થાય છે. ઘડો કે લોટો વાંકો વળતાં અંદરની હવા વાતા-વરણ સાથે જોડાતાં પાણી પેસતાં નીકળી જાય છે ત્યારે ઘડો કે લોટો ભરાય છે. પહોળા મુખના વાસણમાં પાણી રેડતા બાજુએ થઇને હવા નીકળતાં પાણી અંદર ઉતરી જાય છે. આ રીતે ખાલી જણાતાં વાસણ હવાથી ભરેલાં છે.

* **હવા પદાર્થ છે:—હવા અવકાશ** (ખાલી જગો) **રોકે** છે અને **તેનામાં વજન** છે તેથી તે પદાર્થ છે.

હવાથી અવકાશ રોકાવાની સમજ:—ઉપર ઘડામા, લોટામાં, ચબુમાં, ફાનસમાં અને ખડીઆમાં હવા ભરાઇ રહેલી છે એમ સમજાયુ છે એજ પ્રમાણે તમામ અવકાશમાં હવા પ્રસરી છે અને અવકાશને રોકે છે. હવા ખસ્યા વગર અવકાશમા તે સ્થળે બીજો પદાર્થ રહી શકતો નથી. દોડતા કે ગાડીમાં બેસી દોડતાં હવાને ખસેડી શરીર કે ગાડીને જગો કરી આપીએ છીએ. હવા ભરતાં ફુક્કો ફૂલે છે અને હવા નીકળી જતાં બેસી જાય છે. હવાને રહેવા જગો જોઇએ તે ફુક્કો ફૂલવાથી મળી. વધુ હવા ભરતા વધુ જગો જોઇએ તે ન મળવાથી ફુક્કો ફાટી જાય છે. આ રીતે હવા અવકાશ રોકે છે એમ સમજાય છે.

હવામાં વજન છે તેની સમજ:—હવાથી ભરેલી શીશી જોખીએ અને

---

* કેટલાક ગુણોથી પદાર્થની વ્યાખ્યા નક્કી થાય છે પણ અહીં ટૂંકામાં બતાવી છે. પદાર્થના ગુણોની વિશેષ સમજ ભાગ ૨ જામાં છે.

પછી (વાયુ શોષક–વાયુ ખેંચી લેનાર યંત્રવડે) ખાલી કરેલી–હવા વગરની શીશી જોખીએ તો હવાવાળી શીશીનું વજન ખાલી શીશી કરતાં વધારે થાય છે એટલે એ વધારાનું વજન તે હવાનું વજન છે.

શરીરપર હવાનું વજન અસર કરતું નથી:—હવામાં વજન હોવાથી ઉપરની હવા નીચેની હવાને દબાવે છે તેથી ૧૦૦ મૈલના વાતાવરણની હવાનું ઘણું દબાણ તમામ પદાર્થો ઉપર થાય છે. દરેક માણસના શરીર ઉપર ૧૫–૧૬ ટન વજન હવાનું પડે છે છતાં પાણીમાંનું માછલું ચોતરફના પાણીના દબાણથી દબાઈ જતું નથી તેમ હવાના દબાણથી પ્રાણીઓનાં શરીર કે પદાર્થો દબાઈ જતા નથી. પ્રાણીઓના શરીરમાંની હવા બહાર પડતું દબાણ કરે છે અને બહારની હવા માંહેની તરફનું દબાણ કરે છે તેથી એ તરફના દબાણથી હવાનું દબાણ નાશ પામે છે. એ દબાણથી શરીર સમતોલ રહે છે તેથી હવાનું વજન જણાતું નથી. બહારનું દબાણ ન હોય તો અંદરની હવા શરીર ફાડી બહાર નીકળી જાય અને પ્રાણીઓ નાશ પામે. હવા વગરની ખાલી શીશીમાં દેડકો કે ઉંદર મૂકતાં એજ કારણથી ફાટી જાય છે.

હવાનું સ્વરુપ.

(૧) હવા ઘન (નક્કર) રૂપ નથી:—હવા અવકાશમાં સર્વત્ર (૧૦૦ મૈલ સુધીમાં) પ્રસરી રહેલી હોવાથી એને જાડાઈ છે અને ઉપરની હવા નીચેની હવાને દાબે છે તેથી એનામાં વજન છે છતાં એ નક્કર પદાર્થ નથી; કેમકે નક્કર પદાર્થની પેઠે એનો આકાર એકજ ન રહેતાં વાસણ કે અવકાશ પ્રમાણે બદલાય છે. ચાકને તપેલામાં કે ટેબલના ખાનામાં મૂકતા આકાર જેવો ને તેવો રહે છે, પણ હવા શીશીમાં શીશીનો અને ખડીઆમાં ખડીઆનો આકાર ધારણ કરે છે. મોટા વાસણમાં પૂરો ભરેલો નક્કર પદાર્થ નાના વાસણમાં પુરો સમાઈ ન જતાં વધે છે પણ હવા મોટા વાસણની છતાં નાના વાસણમાં સમાય છે એટલે નક્કર પદાર્થ બહુ સંકોચાતો નથી પણ હવા ઘણીજ સંકોચાય છે તેમજ નાના વાસણની હવા મોટા વાસણમાં ભરતાં પ્રસરી મોટા વાસણનો આકાર ધારણ કરે છે પણ નક્કર પદાર્થ હવાની પેઠે પ્રસરતો નથી. આ ઉપરથી સમજાય છે કે હવા નક્કર–ઘન પદાર્થ નથી.

(૨) **હવા (પાણી રૂપી) પ્રવાહી પદાર્થ નથી:**—હવાની પેઠે પાણી વાસણ પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે પણ હવા વાસણમાં સર્વત્ર ફેલાઈ જાય છે તેમ વાસણ ઉઘાડુ રહેતાં સર્વત્ર ઉંચે ફેલાઇ જાય છે પણ પાણી વાસણમાં કે ખાડામાં સરખી સપાટીએ રહે છે અને વાસણમાં સર્વત્ર ઉંચે ફેલાઈ જતું નથી. હવા ઉંચે ફેલાય છે અને પાણી ઉંચેથી નીચે વહી જમીનપર ફેલાય છે. નાના વાસણમાં મોટા વાસણનું તમામ પાણી સમાઈ ન જતાં વધે છે પણ મોટા વાસણની હવા નાના વાસણમાં સમાઇ જાય છે એટલે હવા પાણી રૂપી પ્રવાહી પદાર્થ નથી.

(૩) **હવા વાયુ રૂપી પ્રવાહી** (વહી શકે તેવો) **પદાર્થ છે:**—હવા આજુબાજુ અને ઉંચે વહે છે, પાણીની પેઠે પણ તેના કરતાં બહુ પારદર્શક છે. એ પાણીની પેઠે રંગ અને વાસ વગરની છે, એનામાં વજન છે પણ પાણી કરતાં પાતળી–સંકોચાય તેવી હોવાથી પાણી કરતાં કમી વજનવાળી છે. પાણી કરતાં દાબવાથી વધુ સંકોચાય છે અને દાબ લઇ લેતા વધુ પ્રસરે છે. એ થોડી ગરમીથી વધુ પાતળી થઇ વધુ પ્રસરે છે અને થોડી ઠંડીથી (ગરમી નીકળી જવાથી) વધુ સંકોચાય છે.

વાયુઓ.

(હવાનું મિશ્રણ–હવાની ઘટના)—હવામાંના વાયુઓ:—પહેલાં હવા શુદ્ધ (કોઇ પણ બે પદાર્થના મેલાપ સિવાય બનેલો) પદાર્થ (તત્ત્વ) ગણાતો હતો પણ શોધ ખોળથી હવે સાબીત થયુ છે કે એ મિશ્ર પદાર્થ છે. **હવા એ (૧) પ્રાણવાયુ** (ઑક્સિજન), (૨) **નાઇટ્રોજન (નૈટ્રોજન) વાયુ,** (૩) **કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ,** (૪) **નૈટ્રિક ઍસિડ વાયુ** અને (૫) **એમોનિયા વાયુની** બનેલી છે. એમાં પહેલા[1] બે વાયુ મુખ્ય છે અને બીજા ત્રણ બહુ કમી છે તેથી મુખ્યત્વે પ્રાણવાયુ અને નૈટ્રોજન વાયુનીજ હવા બની છે એમ કહેવાય છે.

પ્રાણવાયુ (ઑક્સિજન)ના ગુણ (ધર્મ):—એ વાયુવડે અગ્નિ જોરથી

---

૧ ભા. ૨ મા હવામાંના વાયુઓની વધુ સમજ છે.

અને પ્રકાશથી બળે છે, પદાર્થો કટાઈ કાટ થાય છે, વળી તે સડે છે અને ખાટા થાય છે. એનાથી પ્રાણી માત્ર જીવે છે તેથી એનુ પ્રાણવાયુ નામ પડેલું છે. હવાની પેઠે એને રંગ નથી, સ્વાદ નથી અને વાસ નથી. એકલો પ્રાણવાયુ અતિ ગરમ છે તેથી વાતાવરણમાં એકલો હોય તો સર્વ વાતાવરણ ભળભળાટ બળી સર્વ પદાર્થને બાળી નાખે. એ વાયુ સર્વ સ્થળે સરખા પ્રમાણમાં રહેલો છે.

નૈટ્રોજન વાયુના ગુણ–ધર્મઃ—હવાની પેઠે નૈટ્રોજનને રંગ નથી, વાસ નથી અને સ્વાદ નથી. એકલા નૈટ્રોજનમાં પ્રાણી જીવી શકતું નથી. એ બળતાને મદદ કરતો નથી એટલે એકલા નૈટ્રોજનમાં બળતું ચાલુ રહેતું નથી. ઑક્સિજન સાથે એ વાયુ મળીને ઑક્સિજનની ગરમીને નરમ પાડે છે તેથી પ્રાણીઓને જીવવા લાયક વાતાવરણ બન્યુ છે. હાલના વાતાવરણ કરતાં નૈટ્રોજન કમી થાય અને ઑક્સિજનનું પ્રમાણ વધે તો શ્વાસ લેતાં મનુષ્ય ભાનવગરનાં અને ગાંડા જેવાં હસતાં થઈ જાય પણ નૈટ્રોજનથી હવા વસવા લાયક નરમ થઈ છે. એ વાયુ વનસ્પતિનું પણ પોષણ કરે છે.

કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુના ગુણ–ધર્મઃ—કાર્બન પદાર્થ+ઑક્સિજન વાયુના મેળાપથી કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ બને છે. પ્રાણીઓના ઉચ્છ્વાસથી અને લાકડાં વગેરે બળવાથી આ વાયુ ઉત્પન્ન થઈ હવામાં ભળે છે. એ વાયુ બીજા વાયુઓ કરતાં ભારે છે તેથી ઉપરથી નીચે રેડી શકાય છે. એ બળતાને હોલવી (બુઝાવી) નાખે છે, એ વાયુ (પ્રાણીને) ઝેરી પદાર્થ છે તેથી (પ્રાણીને) મારી નાખે છે પણ પ્રકાશમાં એને વનસ્પતિ શોષી લે છે અને ઑક્સિજન હવાને પાછી આપે છે તેથી હવામાં ઑક્સિજનનું પ્રમાણ ઘટતું નથી અને ઝેરી વાયુનું પ્રમાણ વધી જતું નથી.

હવામાં વાયુઓ સિવાય રહેલા પદાર્થોઃ—હવામાં વાયુઓ સિવાય **પાણીની વરાળ, ફૂલનો પરાગ, સુગંધી અને બીજા પદાર્થોની ઉડતી રજકણો** અને **અતિ સૂક્ષ્મ જંતુઓ** (બેક્ટેરિઆ) વગેરે ભળેલાં હોય છે.

વરાળઃ—ગરમીથી (દ્રવ) પ્રવાહી પદાર્થ વાયુરૂપ ધારણ કરે છે તે વરાળ

કહેવાય છે. સરોવર, સમુદ્રો, નદીઓ, ઝરણો વગેરેના પાણીની ગરમીથી નિરંતર વરાળ થયા કરે છે અને ઉંચી ચઢી હવામાં ભળી જાય છે.

વરાળના ગુણ (ધર્મ):—પાણીને રંગ નથી તેમ વરાળને પણ રંગ નથી. વરાળ રંગ વગરની અને હવા કરતાં પાતળી છે તેથી નજરે દેખાતી નથી પણ ભિનાશથી ગાટી થવાથી નજરે પડે છે. હવાની પેઠે એનું કદ નિયમિત નથી તેમ આકાર એક રહેતો નથી પણ વાસણ પ્રમાણે આકાર ધારણ કરે છે. હવાની પેઠે વરાળ દાબથી સંકોચાય છે અને દાબ લઇ લેવાથી પ્રસરે છે તેથી મોટા વાસણની વરાળ નાના વાસણમાં સમાય છે અને નાના વાસણની વરાળ મોટા વાસણમાં પ્રસરી બધે ફેલાઇ જાય છે. હવા કરતાં વરાળ પાતળી હોવાથી ઉંચી ચઢે છે અને હવાના ઉપરના પાતળા પડમાં ભળી જાય છે. હવાના પાતળા પડમાં ભળેલી વરાળ ઠંડીથી ગાઢી થતાં વાતાવરણમાં **વાદળાં** રૂપે દેખાય છે તેમ **ધુમસ** રૂપે વરસે છે. હવા કરતાં વરાળ વધુ ગાઢી થતાં **ઝાકળ, વરસાદ, બરફ** અને **કરા** રૂપે પૃથ્વીપર પડે છે.

વરાળનો ઉપયોગ:—વરાળથી આગગાડી, આગબોટ, મીલો, કારખાનાં, કૂવામાંથી પાણી કાઢવા પંપ વગેરે ચાલે છે. ઝાકળ, વરસાદ, બરફ વગેરેથી ખેતીવાડી થાય છે અને જમીન ઉપર જોઇતું પાણી મળે છે. વરાળ વાતાવરણને ગરમ થતું અટકાવે છે અને પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિનું પોષણ કરે છે.

પડઘો.

પડઘાની વ્યાખ્યા:—અવાજનું પાછું વળવું (સામો અવાજ થવો) તે પડઘો કહેવાય છે. કૂવામાં, ઘુમટવાળા દેવળમાં, ખડકોની વચમાં, ઉંચી દિવાલોની સામે અવાજ થતાં અવાજ આગળ જવા માર્ગ નહિ હોવાથી પાછો વળી કાને અથડાય છે એટલે જેવો અવાજ થયો હોય તેવો ઉત્તર મળે છે તે પડઘો કહેવાય છે.

પડઘાનો ગુણ (ધર્મ):—અવાજ જે દિશામાંથી થાય છે તેજ દિશાએ પડઘો પાછો જવાનો નિશ્ચય હોતો નથી પણ સામે અથડાતા પદાર્થના પૃષ્ટની

સ્થિતિ પ્રમાણે ગમે તે દિશાએ વળી જાય છે તો પણ થોડો પડઘો ચોતરફ ફેલાયા વગર રહેતો નથી તેથી ગમે ત્યારે પડઘો થતાં સંભળાયા વગર રહેતો નથી. અવાજની ગતિને અટકાવનાર પદાર્થ નજીક હોય અને અવાજ લાંબો હોય તો અવાજ અને પડઘાથી ઘોંઘાટ થાય છે.

અવાજ સંભળાવાનું કારણ:—એ પદાર્થ અથડાતાં પદાર્થનાં પરમાણુઓ ધ્રુજી અવાજ ઉત્પન્ન થાય છે એટલે અવાજ એ પદાર્થનાં પરમાણુઓની ધ્રુજતી સ્થિતિ છે. વાસણ રણકે છે ત્યારે આંગળી અડાડી વાસણનાં પરમાણુઓનો ધ્રુજારો બંધ કરતાં અવાજ બંધ થાય છે. જેમ પાણી ભરેલી રકાબીને ટકોરો મારતાં રકાબી ધ્રુજતાં પાણીનાં રજકણો ધ્રુજે છે અને પાણીમાં મોજાં ઉત્પન્ન થઇ ટકોરાની સામી તરફ રકાબીને અથડાઈ પાછાં વળે છે તેમ ધ્રુજતી રકાબી તેને અડેલી હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવે છે અને ધ્રુજેલાં હવાના પરમાણુઓ બીજાં પાસેનાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવે છે એટલે હવામાં અવાજનાં મોજાં ચોતરફ વહે છે. આ મોજા કાનમાંની હવાનાં પરમાણુઓને ધ્રુજાવી કાનના અંદરના પડદાને ધ્રુજાવે છે અને તે ધ્રુજારો કાનની અંદરના જ્ઞાનતંતુને ધ્રુજાવી મગજના પરમાણુઓને ધ્રુજાવે છે તેથી અવાજનું મગજને ભાન થાય છે ત્યારે અવાજ સંભળાયો કહેવાય છે.

પડઘો સંભળાવાનું કારણ:—ધ્રુજતાં મોજાંથી અવાજ પ્રથમ સંભળાય છે. ધ્રુજતાં મોજાં ચોતરફ જાય છે તેમાંથી કેટલાંક કે સર્વ મોજાં વચમાં કોઇ પદાર્થ આડે આવવાથી પાછાં વળી કાનને ફરી અવાજ સંભળાય છે ત્યારે પડઘો સંભળાયો એમ કહેવાય છે.

અવાજ અને પડઘાના વાહક પદાર્થ:—હવાથી અવાજ કે પડઘાનાં મોજાં ઉત્પન્ન થાય છે અને કાને સંભળાય છે. હવા વગર અવાજ વહી શકતો નથી. અવાજ અને કાન વચ્ચે પડદો (ભીંત વગેરે) હોય તો અવાજ પાછો વળવાથી સંભળાતો નથી; કેમકે પડદાથી હવા તૂટક થાય છે. પાણી અને નક્કર પદાર્થના પરમાણુઓ પણ અવાજને લઈ જાય છે અને હવા કરતાં વધુ ઝડપે લઈ જાય છે, તેથી એ પણ અવાજના વાહક પદાર્થો છે.

પડઘા ઉપરથી મનુષ્યે લેવાનો બોધ:—જેવો અવાજ કરીએ તેવો

પડઘો (આડે આવતી જગતની જડ—નિર્જીવ વસ્તુઓ) પાડે છે તેજ પ્રમાણે આપણે રંક કે રાજા હોઇએ છતાં જેવા બોલ બોલીએ તેવું સાંભળવું પડે છે. સારું બોલનારને સારું સાંભળવાનું અને ખોટું બોલનારને ખોટું સાંભળવાનું મળે છે. મતલબ કે આપણે બીજાને જેવા શબ્દોથી બોલાવીએ તેવા શબ્દોથી સામો માણસ આપણને બોલાવે છે. સારું કરનારનું પાછળ સારૂં અને ખોટું કરનારનું પાછળ ખોટું બોલાય છે.

કોલસો.

કોલસાનાં નામ:—કોલસાનાં નામ **વિલાયતી કોલસા, પત્થરના કોલસા, ખનિજ કોલસા** કે **કોયલા** છે.

કોલસાનાં ઘણાં નામ પડવાનાં કારણ:—કોલસા પત્થર જેવા કઠણ અને ઢફાં રૂપે હોવાથી પત્થરના કોલસા નામ પડયુ છે. એ કોલસા ખાણોમાંથી ખોદી કાઢવામાં આવે છે તેથી ખનિજ કોલસા કહેવાય છે. આ દેશમાં પ્રથમ વિલાયતથી આવ્યા તેથી વિલાયતી કોલસા નામ પડી ગયુ છે. ગુજરાતી ભાષામાં સાધારણ નામ કોયલા છે. વિલાયતી કોલસા આવતા પહેલા પણ આ દેશમાં લાકડાંના કોલસા બનાવામાં આવતા હતા અને તેનું નામ કોયલા હતું તેથી આ વિલાયતી કોલસા પણ કોયલા કહેવાય છે.

(વિલાયતી) **કોલસાની ઉત્પત્તિ:**—પ્રાચીનકાળે આ પૃથ્વી પાણીથી ઢંકાયેલી હતી તેથી પાણી નીચે કઠણ ખડકોવાળી જમીન હતી. કેટલેક કાળે કોઈ કોઈ ભાગમાં પાણી ખસી જતાં ખડક ઉઘાડા પડી ઉપર માટીનાં પડ બંધાયાં અને એ પડમા લગભગ ૬૦ લાખ વર્ષ ઉપર ઘણાં ઉચા અને ૧૦–૧૨ હાથના ઘેરાવા વાળાં મોટાં વૃક્ષો અને બીજી નાની વનસ્પતિથી જંગલો ખીચોખીચ ભરાઇ ગયાં હતાં, મનુષ્ય કે પ્રાણીની વસતિ પૃથ્વી ઉપર થઇ નહોતી તેથી લાકડાં, પાંદડાં, ફૂલ, ફળ, બીજ, પડી પડીને માટીનાં

ઉપર કચરાનાં પડ બંધાઇ કઠણ થતાં ગયાં. આ મોટાં વૃક્ષોની ૫૦ પેઢીમાં ૧ ફુટ જાડું કઠણ પડ બંધાતું. આમ પડ પર પડ બંધાતાં ગયાં. કોઇ કાળે એ જમીન નીચી ઉતરી ગઇ એટલે તેમાં પાણી ભરાઇ

ખાડીઓ થઈ અને બહારની રેતી, માટી ખેંચાઈ આવી ઉપર રેતીના પત્થરનાં પડ બંધાયાં, ખાડાઓ પુરાઈ વનસ્પતિ અને પ્રાણીની વસતિ થઈ, કાળાંતરે દબાયેલી કોહેલી વનસ્પતિનાં પડ પત્થર જેવાં કઠણ થતા ગયાં, હવા, તાપ અને પાણી નહિ મળવાથી પડ કાળાં પડતા ગયાં, પ્રથમ (પીટ) કાચો કોલ્સો તૈયાર થયો અને ઘણા યુગો જતાં (પાકાં) કોલ્સાનાં પડ બની ગયાં.

વિલાયતી કોલ્સાની શોધઃ—જમીન નજીકની બીજી ધાતુ વગેરેની ખાણો ખોદતાં આ ખાણો હાથ લાગી, એ કોલ્સા છે અને બાળતાં બળે છે એમ સમજાયુ એટલે નવીન નવીન તેમ ઉંડી ખાણો શોધવાનુ અને ખોદવાનું ચાલુ થયુ.

ખાણોમાંથી કોલ્સા ખોદી કાઢવાની રીતઃ—પ્રથમ જમીન ઉપર ખાડો ખોદી પગથીઆં રૂપી ઢાળ કરી કોલ્સાનુ પડ હાથ આવતા સુધી ઉંડે ખોદવામાં આવે છે. પડ હાથ લાગતાં આડુ અને ઉંડુ ખોદ કામ કરવામાં આવે છે. છેટે છેટે કોલ્સાના પડના થંભ રાખી ટેકા બનાવવામાં આવે છે. જેમ જેમ ખાણો પહોળી થતી જાય છે તેમ તેમ ઉપરની જમીન કોરી છેટે છેટે બાકોરાં બનાવવામાં આવે છે. અંદર પ્રાણીઓના ઉચ્છ્વાસથી હવા બગડે છે. કોલ્સાની હવા ઝેરી હોય છે અને મનુષ્ય તથા પ્રાણીઓના ઉચ્છ્વાસથી, રસોઇ અંદર કરવાથી, દીવા કરવાથી હવા બગડે છે તે બહાર કાઢવા એક બાજુનાં બાકોરાં નીચે ભઠ્ઠીઓ બનાવી હવા ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે અંદરની તપેલી હવા પાતળી હોવાથી (તપવાથી હવા પાતળી થવાથી) ઉંચી ચઢી બાકોરામાં થઈ બહાર નીકળી જાય છે. ભઠ્ઠી પાસેની જગો હવા વગરની થતા ખાણમાની બીજી બાજુની હવા ખેંચાઇ આવી તપી ઉંચે ચઢી નીકળી જાય છે એટલે બીજાં બાકોરામાં થઇ ઉપરની તાજી હવા ખાણની અંદર આવે છે અને એ રીતે તાજી હવાનો પ્રવાહ નિરંતર અંદરના પ્રાણીઓને મળે છે. અંદર ખાણો સળગી ઉઠે નહિ એવી તજવીજ રાખવામાં આવે છે. ઝરણનું પાણી પંપ વડે બહાર કાઢી નાંખવામા આવે છે. ઘોડા, મજુરો અંદર રહે છે, ગાડા રાખે છે, પાટા નાખી રસ્તા બનાવે છે અને કોલ્સાના ઢગલા બાકોરાં નીચે કરે છે. કોલ્સા, મજુરો, સરસામાન વગેરે

વિમાનો વડે બહાર કાઢવામાં આવે છે. કોલસા ચોકખા કરી જમીન ઉપર વખારો કરી રેલ્વે માર્ગે રવાના કરવામાં આવે છે.

કોલસાની ખાણોવાળાં સ્થળ:—ગ્રેટબ્રિટનમાં **વેલ્સમાં** મોટી મોટી કોલસાની ખાણો છે. એમાંની કેટલીક ઘણી ઉંડી અને સમુદ્ર નીચે ખોદાય છે. **અમેરિકાની** ખાણો હમણાં જડેલી હોવાથી બહુ ઉંડી નથી તેથી એ કોલ્સો થોડું ખર્ચ થતું હોવાથી સસ્તો પડે છે. **જર્મની, ફ્રાન્સ** અને **બેલજિયમમાં** ખાણો ખોદાય છે. હિંદમાં **મધ્યપ્રાંતમાં, આસામમાં** અને **બંગાળામાં** ખાણો આવેલી છે અને તેમાં મુખ્ય ખાણો **રાણીગંજની** છે.

કોલસાનો વ્યાપાર:—વેલ્સની ખાણોના કોલસા ગ્રેટબ્રિટનનાં કારખાનાંમા ઘણા વપરાયા છે છતાં દુનિયાના બીજા દેશોના કોલસા કરતાં વધુ નિકાસ થાય છે. નિકાસમાં બીજે નંબરે અમેરિકા દેશ આવે છે. હિંદમાં પેદાશ વધતી ચાલી છે તેથી વેલ્સથી આવતા કોલસાને સ્થળે રેલ્વેમાં અને કારખાનાંમાં એ વપરાવા લાગ્યા છે.

કોલસાનો ઉપયોગ:—સર્વ બળતા પદાર્થમાં કોલસા અતિ ઉપયોગી વસ્તુ છે. ઠંડા પ્રદેશોમાં અને ખોરાક પકવવામાં બળતણ તરિકે એનો ઘણો ઉપયોગ થાય છે. મીલો, આગબોટો, આગગાડીઓ અને બીજાં મોટાં કારખાનાંમાં એ બળતણ તરિકે વપરાય છે. એના બળતણથીજ ગ્રેટબ્રિટન વ્યાપારમાં ઘણું વધી ગયું છે; કેમકે અનેક પ્રકારનાં કારખાના ચલાવવાનું સુગમ થઇ પડયું છે. કોલ્સાના વાયુના (કોલગ્યાસના) ઝગઝગતા દીવા બળે છે. ગ્યાસ નીકળી જતાં રહેલા કચરામાંથી (કોલટારમાંથી) મુખ્યત્વે જર્મનીમાં અને કાંઇક ઇગ્લાંડમાં સૂકા (ભૂકી જેવા) અને લીલા (પાણી જેવા) ભાત ભાતના (એલીઝરીન) રંગો તૈયાર થાય છે તેથી વનસ્પતિના રંગો બંધ પડી ગયા છે. કોલટારમાંથી શેરડીની ખાંડ કરતા ૧૦૦ ગણી ગળી ખાંડ બને છે. જે દવામાં વપરાય છે અને કોઇ કોઈ ચ્હામાં પણ વાપરે છે.

કોલગ્યાસ બનાવવાની રીત:—ચુંગીમાં કોલ્સાનો ભૂકો ભરી માટીથી ઉપર છાંદવુ અને ચુંગીને દેવતા ઉપર મૂકવી એટલે નાળચાના મુખમાંથી

કોલગ્યાસ (ગ્યાસ=વાયુ—કોલ્સાનો વાયુ) બહાર નીકળવા માંડે છે. એ ગ્યાસ સળગાવતાં તરત સળગે છે અને અંદરથી ગ્યાસ નીકળ્યા કરે ત્યાં સુધી દીવો ચાલુ રહે છે. કારખાનામાં કોલ્સાના ભૂકાને તપાવી ઘણો કોલગ્યાસ બનાવી ટાંકીઓમાં એકઠો કરી જ્યાં જરૂર પડે ત્યાં લઈ જાય છે. ગ્યાસ નીકળી જતાં પાછળ કોલ્સાનો જે ભાગ રહે છે તે **કોલટાર** (કોલ્સાનો ડામર) કહેવાય છે.

ફુવારો.

પાણીની (પ્રવાહી પદાર્થની) સપાટી સરખી રહે છે:—પાણી વાસણની એક બાજુએ રેડતાં બધા ભાગમાં પ્રસરી સરખી ઉંચાઇએ રહે છે. ઉંચા તળાવમાંથી કે કુવાની ટાંકીમાંથી નળમાં થઇ શહેરમાં પાણી આવે છે ત્યારે વચમાંના નળ જમીનમા ગમે તેટલા ઉડા હોય છતાં શહેરમાં પાણી તળાવ કે ટાંકીના પાણીની સપાટી જેટલી ઉંચાઇએ ચઢે છે. વચમાંથી નીચી વાળેલી નળીને એક છેડેથી પાણી રેડતાં બીજી બાજુની નળી સાંકડી કે પહોળી હોય તો પણ સરખી ઉંચાઇએ બે તરફ સ્થિર થાય છે. કાચની બે બાજુથી કાટખૂણે ઉભી વાળેલી નળી લઈ એક છેડે પાણી રેડીએ એટલે પ્રથમ ઉભી નળીમાં પાણી ઉતરી આડી નળીમાં જાય છે અને આડી નળીમાંથી બીજા છેડાની ઉભી નળીમાં જાય છે. પાણી રેડીએ તે નળી ટુંકી હોય તો રેડેલું પાણી સામી બાજુની નળીમા ટુંકી નળીની ઉચાઇ જેટલુંજ ઉચું ચઢે છે. પહેલી નળી ઉચી હોય તો ટુંકી નળીમાંથી વધારાનું પાણી નીકળી જાય અને મોટી નળીમાં પાણી ટુંકી નળીની ઉચાઇએ સ્થિર થાય. મોટી નળીમા પ્રવાહ જોરથી રેડયા કરીએ તો નાની નળીમાંનું પાણી મોટી નળીની ઉચાઈ કરતાં થોડું કમી ઉભું ઉછળી પછી વળી નીચે પડી જાય છે. આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે પાણી સરખી સપાટીએ સ્થિર થાય છે. જમીન ઉચી નીચી હોય તો નીચી જમીન પાણીથી ભરાઇ પછી તમામ ભાગનું પાણી સરખી સપાટીએ રહે છે તેથી સરોવર, સમુદ્ર વગેરે ઓછાં વત્તાં ઉડાં છતાં પાણીની સપાટી સરખી હોય છે.

પાણીની સરખી સપાટી રહેવાનું કારણ:—પ્રવાહી પદાર્થોનાં પરમાણુઓ સહેલથી ગડબડે છે. પદાર્થનું દરેક પરમાણું ચોતરફ સરખું દબાણ કરે છે તેથી પાણીના દરેક પરમાણુપર ચોતરફથી સરખું દબાણ થાય છે. આ ચોતરફના દબાણને લીધે ગડબડતાં પરમાણુઓ અવકાશમાં ગડબડી પ્રસરી જાય છે અને સરખા દબાણથી સરખી સપાટીએ રહે છે. પહોળી નળીમાંના પાણીમાં સાંકડી નળીના પાણી કરતાં વધારે પરમાણુઓ હોય છે પણ ચોતરફના સરખા દબાણને લીધે સાંકડી નળીનું પાણી પહોળી નળીના વધુ પાણીને અટકાવી શકે છે તેથી પાણીની સપાટી સરખી રહે છે. એક વાસણ કે પ્યાલાને સાંકડી, પહોળી, વાંકીચુકી નળીઓ જોડી પ્યાલા કે વાસણમાં પાણી રેડીએ તો નળીઓ સાંકડી અને કોઇ વાંકીચુકી હોય છે છતાં એમાં આવેલું પાણી મૂળના વાસણના વધુ પાણીને સરખી સપાટીએ સ્થિર કરે છે.

ફુવારાની રચના:—પાણી સરખી સપાટીએ સ્થિર થાય છે એ નિયમ આધારે ફુવારાની રચના કરવામાં આવી છે. ઉંચી જગોએ ટાંકી બનાવી ટાંકીની નીચે નળી બેસાડવામાં આવે છે. આ નળી જમીન સુધી લઇ જઈ પછી જમીનમા આડી દાટવામાં આવે છે અને છેટે એનો છેડો બહાર કાઢી ઉંચો પણ ટાંકી કરતાં નીચો રાખવામાં આવે છે. આ નળીના ખુલ્લા છેડે સાંકડી એક મુખવાળી કે જાળીદાર ટોટી બેસાડે છે અને ઉપર વેહ વગરનું બંધ બેસતું ઢાંકણ રાખે છે. ટાંકીમાં પાણી ભરે છે અને ખુલ્લા છેડાનું ઢાંકણ કાઢી લે છે એટલે એક વેહ હોય તો ધારરૂપે અને છિદ્રા-વાળી ટોટી હોય તો અનેક ધારરૂપે પાણી ઉચું ઉછળે છે. ધાર પાતળી હોય તેમ વધુ ઉચી ઉછળે છે. આ ધારની ઉચાઇ ટાંકીની ઉચાઇ કરતા થોડી કમી હોય છે; કેમકે ધારને ઉચે ઉડતાં હવા અટકાવે છે તેથી ધારનું કેટલુંક બળ કમી થાય છે તેથા પાણી ટાંકીના પાણીની સપાટી કરતાં થોડે નીચે સ્થિર થઇ નીચે વળી પડી જાય છે. આ બનાવટ ફુવારો કહેવાય છે. ફુવારાનું મુખ બંધ કરતાં મુખ સુધી નળીમાં પાણી ભરાઇ રહે છે. નળી વાટે આવતા પાણીવાળાં શહેરોમાં ફુવારા માટે સ્વતંત્ર ટાંકીની જરૂર

પડતી નથી. ત્યાં ઉંચાં સરોવર કે ઉંચી ટાંકીઓમાંજ પાણી આવે છે તેથી જમીનમાંના નળ સાથે નળી જોડી ફુવારો બનાવતાં પાણી ઉડે છે. પાણીના નળ એક પ્રકારના ફુવારાજ છે. ફુવારાનું મુખ ઉભું હોવાથી પાણી ઉંચું ઉછળે છે પણ નળનું મુખ નીચું રાખવાથી પાણી નીચું પડે છે. સીધા મુખે પાણી સીધુ ઉછળે છે. નળ પાણીથી ભરેલા હોય છે તેથી તેનાપર હવાનું દબાણ થતું નથી તેથી ફુવારા કરતાં એ પાણી ઉચું એટલે સરોવર કે ટાંકીની સપાટી સુધી ચઢી શકે છે.

પારો.

પારાના ગુણ-(ધર્મ)—પારો એ ધાતુ છે પણ પ્રવાહી રૂપે છે. એ રસ નથી પણ પ્રવાહી પદાર્થ છે; કેમકે એને ગરમ કરી ઠારીએ તો એજ રૂપ રહે છે. એનાં પરમાણુઓ પાણી કરતાં સજ્જડ હોવાથી એ પાણી કરતાં ૧૩½ ગણો ભારે છે. સજ્જડ પરમાણુઓને લીધે બીજા સર્વ પ્રવાહી પદાર્થો કરતા એ ભારે છે. એ પ્રવાહી છતા લોઢા કરતાં પણ બહુ ભારે છે. એ રૂપા જેવો ધોળો અને ચળકતો પદાર્થ છે. એને ગધ નથી અને સ્વાદ નથી. પ્રવાહી હોવાથી એક વાસણમાંથી બીજા વાસણમાં રેડી શકાય છે, અને સરખી સપાટી પર પડતા અથવા જરા ધકકો લાગતાં ગોળ દાણા જેવાં ટીપા રૂપે અનેક ભાગમા વહેંચાઇ જાય છે. બીજી ધાતુના ભેગવાળો પારો હોય તો ટીપા રેખાકાર લાબાં થઇ જાય છે. વેરાઇ ગયેલો પારો હાથ વડે પકડી શકાતો નથી. પારો પાણીમાં ઓગળતો નથી કે પાણીમાં મળી જતો નથી. પારો હાથને, કાચને કે (સોનુ, રૂપુ, કલાઇ, કે સીસા સિવાય) કોઇ વસ્તુને ચોંટતો નથી. બધા પ્રવાહી પદાર્થોની પેઠે પારો ગરમીથી પ્રસરે છે અને ઠંડીથી સંકોચાય છે, પણ સાધારણ ઉષ્ણુમાને પ્રવાહીજ રહે છે એટલે અતિ ગરમી વગર ઉકળતો નથી અને અતિ ઠંડી (શિતકટિબંધ પ્રદેશની ઠંડક જેવી ઠંડી) વગર ઠરી જતો નથી. વળી એ સહજ ગરમીથી પ્રસરે છે અને સહજ ઠંડીથી સંકોચાય છે, ધાતુ હોવાથી ઉષ્ણુતાનો વાહક

છે અને નિયમિત સંકોચાય છે.[1] શુદ્ધ પારો હવા કે પાણીથી કટાતો નથી. પારો શુદ્ધ રૂપે ક્વચિત મળે છે પણ ગંધક સાથે મળેલો વિશેષ મળે છે, આ મિશ્ર ધાતુ હિંગળોક છે.

શુદ્ધ પારો તૈયાર કરવાની રીતઃ—(૧) હિંગળોક (રસ સિંદુર) ને અતિ ગરમ કરી વરાળ બનાવી નળી વાટે બીજા વાસણમાં ઠારતાં પારો નીકળે છે. (૨) ચૂનો, લોખંડનો ભૂકો, અને રસ સિંદુર મિશ્ર કરી બંધ મુખના લોખંડી વાસણમાં ઉષ્ણ કરી બાફ ઠારતાં પારો બીજા વાસણમાં વરાળ જઇ ઠરી બને છે. આ રીતે ગંધક, ચૂનો અને લોખંડ સાથે મળી બનેલો પદાર્થ વાસણમા રહે છે અને શુદ્ધ પારો જૂદો પડે છે.

ગરમી માપક યંત્રો.

ગરમીમાપક યંત્રોનાં નામઃ—ઉષ્ણતા, ઉષ્મા એ ગરમીનાં બીજાં નામ હોવાથી **ગરમી માપક યંત્ર, ઉષ્ણતા માપક યંત્ર, ઉષ્મા માપક યંત્ર** એમ જૂદાં જૂદાં નામ પડેલાં છે. હવાની ગરમી એ યંત્રોથી માપી શકાય છે તેથી અંગ્રેજી ભાષામાં **થર્મામિટર** નામ પડેલુ છે.

ગરમી માપક યંત્રોનો ઉપયોગઃ—આ યંત્રોથી હવાની ગરમી, ઠંડી, ભિનાશ વગેરે સમજાય છે તેમ હરકોઇ પદાર્થની ગરમી પણ માપી શકાય છે. એ સર્વ માટે જૂદા જૂદા પ્રકારનાં યંત્રો બનાવવામાં આવ્યાં છે. હાથથી—સ્પર્શથી માલુમ ન પડે એવી ગરમીની અસર કે માપ પણ આ યંત્રોથી માલુમ પડે છે.

ગરમી માપક યંત્ર બનાવવાનાં સાધનઃ—(૧) કાચની બારીક વહેવાળી નીચે દડી (ગોળ કંદ) વાળી નળી (દાંડી), (૨) શુદ્ધ પારો અને

---

૧ પારામાં **સીસું** કે કલાઈ ભળેલાં હોય તો હવા કે પાણીમાના ઑક્સિજનથી કટાય છે. શુદ્ધ પારો અતિ ગરમ કરતાં હવામાના ઑક્સિજન સાથે સંયોગ પામી હીંગળોક–રેડ ઑાક્સાઇડ ઑાફ મર્ક્યુરી–પારાનો રાતો કાટ બને છે ઉકાળ્યા વગર પારો કટાતો નથી. પારો ૬૭૫ ફા૦ ઉષ્ણમાને ઉકળે છે અને ૩૭૦ ફા૦ ઉષ્ણમાને ઠરે છે.

(૩) નળી બેસાડવાનું લાકડાનું ચોકઠું કે પટ્ટી. એ ૩ સાધનથી ગરમી માપક યંત્રો બનાવી શકાય છે.

ગરમી માપક યંત્રમાં પારો વાપરવાનું કારણ:—પાણી પારા કરતાં થોડી ઠંડીથી ઠરી જાય છે અને થોડી ગરમીથી ઉકળે છે તેથી ગરમી માપવામાં પાણી કરતાં પારો ઉત્તમ છે; કેમકે અતિ ઠંડી અને અતિ ગરમ ઋતુમાં તેમ તેવા પદાર્થોમાં એ પદાર્થ વાપરી માપ કાઢી શકાય છે. પાણી નળીને ચોંટી જાય છે અને નળીને ભીની કરે છે પણ પારો ચોંટતો નથી તેથી માપ બરાબર લઇ શકાય છે. પારો સફેદ અને ચળકતો હોવાથી કાચની અંદર હોવા છતાં બરાબર અને તરત જોઇ શકાય છે. એ ગરમી ઘટી જતાં પાણીની પેઠે ઠરી ન જતાં નિયમિત સંકોચાઇ હવાનુ બરાબર માપ બતાવી શકે છે. પાણી કરતાં એ શુદ્ધ રૂપે મેળવી શકાય છે અને નિયમિત રુપે તેમ સહજ ગરમીથી પણ પ્રસરી શકે છે તેથી સહજ ગરમીનું માપ પણ બતાવી શકે છે. આ સર્વ (કારણો) ગુણોથી ગરમી માપક યંત્રોમાં પારો વાપરવામાં આવે છે.

કાચની નળીમાં પારો ભરવાની રીતઃ—નળીને મુખ પાસે ગરમ કરતાં મુખ પાસેની હવા પાતળી થઇ બહાર નીકળી જાય છે એટલે નીચેની હવા નળીમાં પ્રસરી પાતળી થાય છે. વળી તે હવા ગરમ થઇ બહાર નીકળી જતાં નીચેની બાકી રહેલી હવા પ્રસરી વધુ પાતળી થાય છે. એ પ્રમાણે નળી અંદરની હવા ઘણી (પાતળી) હલકી થતાં પારાના વાસણમાં રાખતાં પારો નળીના ઝીણા વહેમાંથી નીચે (નળીમાં) ઉતરી શકે છે. હવા કરતાં પારો ભારે હોવાથી નીચે જાય છે અને નીચેની પાતળી હવા ઉપર આવે છે. વળી તે હવા ગરમ થતાં બહાર નીકળે છે એટલે વાસણમાંનો પારો ફરી નળીમાં પેસે છે અને એ રીતે કેટલીક નળી પારાથી ભરાતાં ફરીને ગરમ કરવામાં આવે છે એટલે નીચેનો પારો ગરમ થઇ ગરમીનો વાહક હોવાથી બધા પારાને ગરમ કરે છે. ગરમ થએલો પારો પ્રસરતાં નળીમાં ઉંચો ચઢે છે અને ઉપરની બાજુએ અંદર રહેલી હવાને ધકેલી બહાર કાઢે છે. તમામ નળી પારાથી બરાબર રોકાઇ જાય એટલે નળીનુ મુખ

ગરમ કરી કાચ ઓગાળી હાથે દાબી વહે બંધ કરવામાં આવે છે. આ બંધ કરેલી નળીમાં ફક્ત શુદ્ધ પારોજ રહે છે પણ હવાનો અંશ પણ હોતો નથી. હવે નળીને ગરમી આપવાનું બંધ કરે છે એટલે નળી અને પારો ટંડાં પડે છે. ઠડો પડતાં પારો સંકોચાઇ નીચે ઉતરે છે તેથી ઉપરના ભાગમાં થોડી નળી ખાલી (પારો કે હવા વગરની) રહે છે. આ પારો ભરેલી નળી એજ ગરમી માપક યંત્ર છે.

નળી ઉપર આંકા કરવાની રીત:—બરફમાં બહુજ થોડી ગરમી હોય છે તેથી ૦° ગરમી નક્કી કરવા બરફ વાપરવામા આવે છે એટલે ક બરફની બહુ થોડી ગરમીનું માપ૦° માનવામાં આવે છે. બરફના ટુકડા અને ભૂક્કો એક વાસણમાં ભરે છે અને એ બરફમાં પારાની નળી બેસી દડીની અને થોડી નળીની આજુ બાજુ બરફનો ભૂક્કો ગોઠવવામાં આવે છે. બરફનુ ગરમીથી પીગળી થતું પાણી વાસણની નીચેથી બહાર નીકળી જવા દે છે એટલે બરફની ટંડી કાયમ રહે છે અને નળીને બહુવાર સુધી વાસણમાં રાખી શકાય છે. બરફની ઠંડીથી નળીમાંનો પારો સકોચાય છે તેથી નીચે ઉતરે છે અને છેવટે એક સ્થળે સ્થિર થાય છે. સ્થિર થયા પછી ગમે ત્યાં સુધી નળી બરફમાં રાખતાં પણ પારો નીચે ઉતરતો નથી તેથી એ સ્થળે નળીપર આંકો (કાપ–નિશાન) કરવામાં આવે છે. એ કાપ **પાણીનું ઠાર (ઠરી જવાનું) બિન્દુ** કહેવાય છે; કેમકે હવામા યંત્ર રાખતાં પારો એટલો નીચો ઉતરી જાય તો પૃથ્વીપરનું પાણી ઠરી બધાઈ જાય છે.

દેવતા સળગાવી ચૂલા ઉપર પાણી ભરેલુ પણ ઉપરથી થોડું ખાલી વાસણ મૂકી પાણીને જોરથી ઉકાળે છે–તપાવે છે અને વાસણનું મુખ નાનુ રાખી કાચની પારાવાળી નળીને તેમાં અધર લટકાવે છે. ઉકળતા પાણીની વરાળ નળી ઉપર થઇ બહાર નીકળી જાય છે. વરાળથી નળી અને પારો ગરમ થાય છે. પારો ગરમ થતા પ્રસરી ઉંચો ચઢવા માંડે છે પણ અમુક ઉંચાઇએ ચઢયા પછી અટકી પડે છે. આ સ્થિર થયેલા પારા પાસે નળી ઉપર આંકો (કાપ–નિશાન) કરવામાં આવે છે. આ નિશાન **પાણીનું ઉકળવાનું બિન્દુ—ઉત્કલન બિન્દુ** કહેવાય છે, કેમકે આ

યંત્રમાં હવાની ગરમીથી એટલો ઉંચો પારો ચઢે તો હવામાંના પાણીની વરાળ થાય છે.

નળીપર અંક નક્કી કરવાની રીતઃ—એ કાપ વચ્ચેની નળી ઉપર કેટલાક સરખા ભાગ કરી દરેક ભાગનાં નિશાન કરવામાં આવે છે. આ દર બે કાપા વચ્ચેનું માપ તે **અંશ** (ભાગ) કહેવાય છે. (અંગ્રેજી નામ ડીગ્રી છે.) દેશવાર ભાગ ઓછા વત્તા કરે છે તેથી ૩ પ્રકારનાં યંત્ર થાય છે. કોઈ દેશમાં નળીપર ૧૦૦ ભાગ, કોઈ દેશમાં ૮૦ ભાગ અને કોઇ દેશમાં ૧૮૦ ભાગ કરવામાં આવે છે. ૧૦૦ ભાગ કરતાં ૦ થી ૧૦૦ સુધી અંક લખવામાં આવે છે, ૮૦ ભાગ કરતાં ૦ થી ૮૦ સુધી અંક લખાય છે અને ૧૮૦ ભાગ કરતાં ૩૨ થી ૨૧૨ સુધી આંકડા લખે છે. એક નળી ઉપર ત્રણે પ્રકારના કાપા અને અંકો લખાય છે અથવા ત્રણે પ્રકારનાં જૂદાં યંત્ર કરી એક ચોકઠામાં કે જૂદા જૂદા ચોકઠામાં જડવામાં આવે છે. કાપા નળી ઉપર કે પટ્ટી ઉપર પાડે છે. અંશના આંકડા ઉપર જમણી તરફ ० લખાય છે.

૩ પ્રકારનાં ગરમી માપક યંત્રોનાં નામઃ—(૧) ૧૦૦ અંશનું ગરમી માપક **સેન્ટીગ્રેડ ઉષ્મા માપક યંત્ર**, (૨) ૮૦ ભાગનું ગરમી માપક **રોમર ઉષ્મા માપક યંત્ર** અને (૩) ૧૮૦ ભાગનું ગરમી માપક **ફેરનહીટ ઉષ્મા માપક યંત્ર** કહેવાય છે.

ફેરનહીટ યંત્રમાં ૩૨ થી ૨૧૨ અંક મુકવાનું કારણઃ—બરફનું ઠાર બિંદુ ० ગણવામાં આવી નિશાની મૂકાય છે અને તે રીતે બે પ્રકારનાં યંત્રોમાં ० થી શરુ કરી ચઢતા ક્રમે આંક મૂકવામાં આવે છે. એકલા બરફ કરતાં બરફ અને નવસારની મેળવણીથી વધુ ઠંડી ઉત્પન્ન થાય છે. એ મિશ્રણમાં પારાની નળી મૂકતા ० નિશાની કરતા પણ ૩૨ કાપા—ભાગ પારો નીચો ઉતરી જાય છે એટલે ખરેખરી રીતે ઠાર બિંદુ ० ઠરાવ્યું છે તે કરતાં વધુ ચોકસ માપ જાણવા માટે ૩૨ ભાગ નીચે મૂકી ० નિશાનની જગોએ ૩૨ અંક લખવો જોઇએ. ફેરનહીટ યંત્રમાં આજ હિસાબે બરફના

બિંદુએ ૩૨ અને ઉકળતા બિંદુએ ૨૧૨ અંક અને ૩૨ ની નીચે ૦ થી ૩૨ અંક લખવામાં આવે છે.

દેશાવાર વાપરતાં યંત્રો—ફ્રાન્સમાં સેન્ટીગ્રેડ વપરાય છે. **જર્મની, રૂશિયા, આસ્ટ્રિયા** વગેરેમાં રોમર યંત્ર વપરાય છે. **ઇંગ્લાંડમાં** ફેરનહીટ યંત્ર વપરાય છે. તેથી ઇંગ્લાંડ સાથે જોડાયેલા **કેનેડા, આસ્ટ્રેલિયા, દક્ષિણ આફ્રિકા, હિંદુસ્તાન** વગેરેમાં પણ એજ યંત્રોનો ઉપયોગ થાય છે.

ઉષ્મા માપક યંત્ર ઉપરથી ગરમીનું માપ સમજવાની રીતઃ— યંત્રનો પારો કે જે અંક આગળ સ્થિર થાય તે અંક જેટલી ગરમી સમજવી. દા.ત. રાખેલા યંત્રમાં પારો ૭૦ અંક (૭૦°) ઉપર સ્થિર રહે તો હવાનું ઉષ્ણુમાન ૭૦° (૭૦ અંશ) સમજવું. આ અંશ જે પ્રકારનું યંત્ર હોય તે યંત્રના સમજવાના છે. એકજ ઉષ્ણુમાને ત્રણે યંત્રમાં પારો સ્થિર થવાના અંક જૂદા જૂદા હોય છે. *ફેરનહીટમાં પારો ૧૨૨° ઉપર હોય ત્યારે સેન્ટીગ્રેડમાં ૫૦° ઉપર અને રોમરમાં ૪૦° ઉપર હોય છે.

ફેરનહીટ યંત્રથી વિશેષ લાભઃ—ત્રણે યંત્રોની ઠાર અને ઉકળતા બિંદુ વચ્ચેની દાંડીની લંબાઇ સરખી છે પણ ભાગ ઓછા વત્તા પાડ-

---

***યંત્રોના અંશ કાઢવાની રીતઃ—**ફેરનહીટમાં ઠાર બિંદુએ ૩૨ અંક છે અને બીજાં બે યંત્રોમાં ૦ અંક છે તેથી બીજાં યંત્રોના અંકપરથી એ યંત્રના અંક કાઢવાને ૩૨ ઉમેરીને અને એના અંકપરથી બીજાના અંક કાઢતી વખતે એના અંકમાંથી ૩૨ બાદ કરી ગણતરી કરવી પડે છે. રોમર યંત્રના અંકને ૧૩ એ ગુણવાથી સેન્ટીગ્રેડના અંક નીકળે છે, કેમકે રોમર કરતાં સેન્ટીગ્રેડમા સવાગણા (૧૦૦÷૮૦) અંક હોય છે. એજ કારણથી સેન્ટીગ્રેડના અંકને ૧૩ એ ભાગવાથી રોમરના અંશ નીકળે છે. રોમરના અંકને ૨૩ એ ગુણી ૩૨ ઉમેરવાથી ફેરનહીટના અંક નીકળે છે. ફેરનહીટના અંકમાંથી ૩૨ બાદ કરી ૨૩ એ ભાગવાથી (અથવા ૧૮૦° : માગેલાએ : : ૮૦° તો : (એમ) ત્રિરાશીના પદથી રોમરના અંક નીકળે છે. સેન્ટીગ્રેડના અંકને $\frac{9}{5}$ એ ગુણી ૩૨ ઉમેરવાથી ફેરનહીટના અંક નીકળે છે અને ફેરનહીટના અંકમાંથી ૩૨ બાદ કરી $\frac{9}{5}$ એ ભાગ-

વાથી અંક જૂદા જૂદા લખાય છે. તેથી લંબાઇની સ્થિતિમાં ત્રણે યંત્રો વાપરવાનું સરખુંજ સુગમ છે. પણ અંકની બાબતમાં ફેરનહીટમાં ઠાર બિંદુએ ૩૨ અને તે નીચે ૩૧, ૩૦, ૨૯, એમ ૦ સુધી અંક લખેલા હોય છે જ્યારે બીજાં બે યંત્રોમાં ઠાર બિંદુએ ૦ અંક હોવાથી નીચે–૧,–૨,–૩ એમ અંક લખેલા હોય છે એટલે આ (ફેરનહીટ) યંત્રમાં ઓછાની ભાંજગડ દૂર થાય છે અને અમુક ઓછા અંશ ગરમી છે એમ કહેવાને બદલે અમુક અંશ ગરમી છે એમ સરળપણે બોલવા, લખવા અને સમજવાનું સુગમ પડે છે.

--

હવાનું દબાણ.

હવાના દબાણની દિશાઃ—હરકોઇ પદાર્થ ઉપર હવાનું દબાણ ૩ તરફથી થાય છે. (૧) **ઉપરથી,** (૨) **નીચેથી** અને (૩) **બાજુએથી.** આ ત્રણ તરફથી થતું દબાણ એનો અર્થ ચોતરફથી થતું દબાણ એવો થાય છે. ઉપરથી હવા પદાર્થને દાબી નીચે ધકેલે છે, નીચેની હવા ઉંચે ધકેલે છે અને બાજુએથી સામ સામે ધકેલે છે અને વળી આ દબાણ બધી બાજુએથી એક સરખું થાય છે.

હવાનું ઉપરથી થતું દબાણઃ—

(૧) બે મુખવાળો કાચનો પ્યાલો લઇ પ્યાલાનું એક મુખ વાયુ શોષક યંત્ર ઉપર મૂકી બીજા ઉપરના મુખ ઉપર હાથ રાખીએ અને પ્યાલામાંની હવા યંત્રથી ખાલી કરીએ તો ઉપરના મુખ ઉપર હાથ ચોંટી ગયો હોય એમ લાગે છે. પ્યાલાની અંદર હવા નથી અને ઉપરની હવાનું દબાણ થયુ તેથી હાથ પ્યાલાના મુખ ઉપર ચોંટી જાય છે. અંદર હવા હોય તો તેના ઉપરના દબાણથી હાથ ચોંટી જતો નથી.

વાથી સેન્ટીગ્રેડના અંશ નીકળે છે. ફેરનહીટ ફારહનાઇટ પણ કહેવાય છે ફેરનહીટમાં ૧૨૨° પર પારો હોય તો ૧૨૨°–૩૨°=૯૦, ૯૦°÷ ૨।=૪૦° રોમરમાં અને ૯૦°÷$\frac{૧૮}{૧૦}$=૯૦×$\frac{૧૦}{૧૮}$=૫૦° સેન્ટીગ્રેડમાં હોય છે.

(૨) આ પ્યાલાના ઉપરના મુખ ઉપર હાથને બદલે ડુક્કરના ચામડાનો કકડો બાંધી અંદરની હવા ખાલી કરીએ તો ચામડુ નમી રકાબી આકારનું બની જાય છે અને છેવટે ફાટી જાય છે. અંદર હવા નથી અને ઉપરની હવાનું દબાણ થાય છે તેથી પ્રથમ હવાના દબાણથી ચામડુ નીચું નમી રકાબી આકારનું થાય છે અને વધુ દબાણ થતાં ફાટી જાય છે.

(૩) ચાળણી જેવા ઝીણા વહેવાળી નળીમાં પાણી ભરી ઉપરથી નળીનુ મુખ આંગળીવડે બંધ કરતાં પાણી નીચે વહેમાંથી નીકળતું નથી, પણ આંગળી મુખ ઉપરથી લઈ લેતાં ઉપરથી હવાનું દબાણ થતાં વહે- માંથી ધાર પડે છે અને વળી મુખ બંધ કરતાં ધારા બંધ પડે છે. મુખવાળી સાંકડી નળીમાં પણ આમજ બને છે.

(૪) નજરના પ્રયોગમાં વાડકી કે કુલડી ગરમ કરી સરખી સપાટ થાળી પર ઉંધી પાડે છે એટલે અંદરની (અવકાશની) હવા ગરમ થઈ પાતળી થતાં બહાર નીકળી જાય છે અને રહે છે તે પણ બહુ થોડી હોય છે. ઉપર છાણ પાણી રેડતાં વાડકીમાંનો કે કુલડીમાંનો અવકાશ વાતાવરણથી જૂદો પડે છે તેથી વાડકી કે કુલડી ઉપરના હવાના દબાણથી થાળી સાથે ચોંટી જાય છે.

આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે હવાનું દરેક પદાર્થ ઉપર ઉપરથી દબાણ થાય છે.

હવાનું નીચેથી (ઉપર તરફ) થતું દબાણઃ—

(૧) ઝીણા વહેવાળી કે ઝીણા મુખવાળી નળીમાં પાણી ભરી એકદમ ઉંધી પાડતાં નીચે વહેતું નથી; કેમકે ઉપરથી નળી બંધ હોવાથી હવાનું ઉપરથી દબાણ થતું નથી, અને નીચે હવા છે તેથી તે પાણીની ધારને અટકાવી રાખે છે.

(૨) કાચના પ્યાલામાં (સહજ પણ ખાલી રાખ્યા વગર) છલાછલ પાણી ભરી મુખપર બરાબર બેસતો આવતો મજબુત કાગળનો કકડો હથેળીના વજનથી દાબીએ અને હથેળી ઉપર પ્યાલો એકદમ

ઉંધો કરી નાખી હથેળી ધીમેથી ખસેડી લઇએ એટલે પાણી ભરેલો પ્યાલો હાથે પકડી ઉંધો લટકાવ્યો છે છતાં કાગળથીજ પાણી પ્યાલામાં અંતરાઇ રહે છે. જાદુગરો કાગળને બદલે કલાઈ કે જસતનું પતરું વાપરી પાણી સ્થિર રાખી બતાવે છે. કાગળ નીચે હવા છે, કાગળ અને પાણી વચ્ચે હવા નથી તેથી નીચેની હવાનું કાગળ ઉપર (ઉંચું–ઉપરનું) દબાણ થાય છે અને આ દબાણ પાણીના વજન કરતાં વિશેષ હોય છે તેથી પ્યાલ્યો ભરેલું પાણી કાગળ કે પતરાથી અટકાવી શકાય છે. છુટો કાગળ કે પતરું ઉપર હવા હોવાથી અધર સ્થિર રહી શકતાં નથી.

(૩) કાગળ કે પતરા વગર પ્યાલો ઉંધો રાખી પાણી પ્યાલામાં સ્થિર રાખી શકાય પણ નીચેની પાણીની સપાટી તદ્દન સરખી હોવી જોઇએ. સપાટી સહજ ઉંચી નીચી રહેતાં પાણીની સપાટી ઉપર હવાનું દબાણ ઓછુંવતું થતાં પાણી નીચી સપાટી તરફ રેલાઇ નીચે પડી જાય છે. આપણે ગમે તેટલા સાવધ રહીએ છતાં સપાટી સહજ ઉંચી નીચી રહી જાય છે તેથી ખુલ્લા ઉંધા પ્યાલામાં પાણી સ્થિર રાખી શકતા નથી. સરખી સપાટીએ વાસણ ઉંધું રાખવાની શક્તિ આપણામાં આવે તો ખુલ્લા મુખના ઉંધા પ્યાલામાં પણ પાણી સ્થિર રાખી શકીએ; કારણ હવાનું દબાણ પાણીને સ્થિર રાખી શકે.

(૪) હવાના નીચેના દબાણથીજ કીડી, માખી વગેરે નીચેની બાજુએ છતની ઉપર ચાલી શકે છે. પક્ષીઓ નીચેની હવાના દબાણથીજ ઉંચે સ્થિર રહી શકે છે. બલુન ફાટતાં છત્રી ઉઘાડી નીચે ઉતરતાં હવાના નીચેથી થતા દબાણથીજ મનુષ્ય બચી શકે છે; કેમકે નીચેના હવાના ઉપરના દબાણથી છત્રી ધીમે ધીમે નીચે ઉતરે છે તેથી તેને વળગેલો મનુષ્ય એકદમ પડી ન જતાં ધીમે ધીમે સહીસલામત ઉતરી શકે છે.

આ ઉપરથી સિદ્ધ થાય છે કે દરેક પદાર્થ ઉપર હવા નીચેથી ઉપર તરફ જતું દબાણ કરે છે.

હવાનું બાજુ ઉપરથી થતું દબાણ:—

(૧) ભીંત ઉપર, પાટીઆ ઉપર કે કપાળ ઉપર પૈસો મૂકી જોરથી ઘસી આંગળી વડે દાબી મૂકી દઈએ તો ભીંતપર, પાટીઆપર કે કપાળપર પૈસા ચોંટી સ્થિર રહે છે. ભીંત, પાટીઉં કે કપાળ અને પૈસા વચ્ચે રહેલી હવા જોરથી ઘસાતાં ગરમ થઈ પાતળી થઇ નીકળી જાય છે અને બાજુની હવા પૈસાને દબાવે છે તેથી પૈસો (બાજુની હવાના દબાણથી) ચોંટી જાય છે.

(૨) પિતળનાં બે બરાબર બંધ બેસતાં અર્ધ વર્તુલ લઇ ધારો મેળવી બે તરફથી દાબીએ તો પણ ચોંટતાં નથી; કેમકે અંદર હવા રહેલી છે. એ બે વર્તુલોને જોરથી દબાવી (વાયુ શોષક યંત્ર વડે) અંદરની હવા ખાલી કરીએ તો ઘણા બળે ખેંચતાં પણ છૂટાં થતા નથી; કેમકે અંદરનુ બહાર પડતું હવાનું દબાણ બંધ પડયુ અને બાજુની હવાનું દબાણ કાયમ રહ્યું તેથી અર્ધ વર્તુલ ચોંટી જાય છે.

આ ઉપરથી સમજાય છે કે પદાર્થ પર બાજુએથી પણ દબાણ થાય છે,

દરેક પદાર્થ ઉપર હવાનું દબાણ થવાનું કારણ:—હવામાં વજન છે તેથી હવાનું દબાણ થાય છે. પદાર્થની ચોતરફ હવા હોવાથી ચોતરફથી દબાણ થાય છે અને થોડી બાજુએ હવા હોય તો થોડી બાજુએથી થાય છે. હવા પાતળી તેમ વજન કમી હોય છે તેથી તેનું દબાણ કમી હોય છે અને હવા જાડી હોય તો વધુ વજનદાર થવાથી તેનું દબાણ વધુ થાય છે.

હવાના દબાણની પદાર્થો ઉપર થતી અસર:—

(૧) ઘન પદાર્થો ઉપર હવાનું દબાણ જે દિશામાંથી થાય છે તેની સીધી લીટીમાં અસર કરે છે. ચાકના ગાંગડા ઉપર ઉપરથી થતું હવાનુ દબાણ બાજુપર અસર કરતું નથી.

(૨) પ્રવાહી પદાર્થો ઉપર થતી હવાના દબાણની અસર:—

(અ) પાણી ઉપર હવાના દબાણની અસર ચોતરફ થાય છે. બાજુપર છિદ્રો વાળા વાસણમાં પાણી ભરી પાણીની સપાટી ઉપર દબાણ કરીએ તો પાણી છિદ્રમા થઇ ચોતરફ વહે છે અને ધાર રૂપે ઉડે છે એટલ દબાણ થવાથી બાજુપર નીકળે છે.

(આ) શીશીમાં પાણી ભરી પાણીના વાસણમા ઉંધી પાડીએ તો શીશીમાંનું થોડું પાણી નીકળી વાસણમાં ભળી જાય છે. બધું પાણી નીકળી જતું નથી અને વાસણના પાણીની સપાટી કરતાં શીશીનું પાણી ઊંચુ રહે છે; કેમકે વાસણના પાણી ઉપર હવાનું દબાણ થાય છે, આ દબાણ પાણીમાં પ્રવેશી બધી દિશાએ ફેલાય છે. શીશીમાં પાણી ઉતરતાં ઉપર ખાલી ભાગ રહે છે એટલે તેમાં હવા હોતી નથી તેથી શીશીમાંના પાણીની સપાટી ઉપર હવાનું દબાણ થતું નથી પણ નીચેથી પાણીને અટકાવી રાખવાનું દબાણ થાય છે તેથી શીશીમા પાણી ઉચું રહેછે.

(ઇ) પાણી વગરની ખાલી પણ હવા ભરેલી શીશીને પાણીના વાસણમાં ઉંધી પાડયા છતાં શીશીમાં પાણી પેસતું નથી; કેમકે શીશીમાંની હવા વાતાવરણથી અલગ થાય છે. એ અંદરની અલગ થયેલી હવા સામે દબાણ કરી પાણીને અંદર પેસવા દેતી નથી.

(ઉ) શીશીમાંની હવા હાથવડે કે અગ્નિવડે ગરમ કરીએ તો પાતળી થાય છે. પાતળી હવાનુ (વજન) દબાણ કમી હોય છે. આ પાતળી હવાથી ભરેલી શીશી પાણીના વાસણમાં ઉંધી પાડતાં શીશીમાં પાણી ચઢે છે અને વાસણમાંના પાણીની સપાટી કરતાં પણ ઉંચે ચઢે છે. પાણી પર હવાનું દબાણ થાય છે, એ દબાણ પાતળી હવા અટકાવી શકતી નથી તેથી પાણી શીશીમાં પેસે છે અને અંદરની પાતળી હવા સંકોચાઇ શીશીમા ઉંચી ચઢે છે અને બહારની હવા જેટલી જાડી થતાં પાણી ઉપર દબાણ કરી તેને ઉંચું ચઢતું અટકાવે છે.

(એ) શીશામાં પાણી ભરી બે નીચાં મુખવાળી વાળેલી નળીનું એક મુખ તેમાં મૂકીએ અને બીજું મુખ બહાર નીચુ રાખીએ. આ નળી હવાથી ભરેલી છે. શીશાના પાણીની સપાટી ઉપર ખુલ્લી હવાનું દબાણ થાય છે, એ દબાણની અસર નળીના મુખમાંના પાણીના દરેક પરમાણુ સુધી પહોંચે છે તેથી નળીમાં પાણી ઉંચું ચઢી નીચે વહી બહાર નીકળી જવું જોઇએ પણ નળી હવાથી ભરેલી હોય છે તેથી હવા સામું દબાણ કરી પાણીને અટકાવી રાખે છે, નળીમાંની હવા

કાઢી લઇએ તો પાણી બહાર નીકળી જાય છે. એકવાર પાણી નીકળવા માંડતાં નળીમાં પાણી કાયમ રહેતા સુધી હવા અંદર પેસી શકતી નથી તેથી વાસણમાંનું તમામ પાણી નીકળી જાય છે. આ રીતે હુક્કાની નળી કે દીવેલાના પાનની દાંડીથી એક તપેલાનું પાણી બીજા તપેલામાં ખાલી કરી શકાય છે. આ નળીઓની હવા મુખ વડે શોષી લેવાય છે.

હવાના દબાણનો વ્યવહારમાં થતો ઉપયોગઃ—હવાના દબાણના નિયમ ઉપરથી વ્યવહારમાં (૧) **પીચકારી,** (૨) **પાણી ઉંચે ચઢાવવાના બંબા** અને (૩) **કૂવામાંથી પાણી ખેંચવાના પંપ** એ સાધનો તૈયાર કરવામાં આવ્યાં છે.

પીચકારીની રચનાઃ—પીચકાળી પિતળની, કાચની કે વાંસની બનાવવામાં આવે છે. પીચકારીની ભુંગળી પોલી હોય છે. પોલી ભુંગળીમાં દાંડી સાથે જડેલો ગોળ દાટો (ડટ્ટો) હોય છે. દાટો ધાતુનો, કાચનો કે લાકડાનો હોય છે. દાટા ઉપર રબર, ચામડુ કે સૂતર લપેટી ભુંગળીમાં બંધબેસ્તો કરવામાં આવે છે. આ દાટાની અને ભુંગળીની દીવાલની વચ્ચે હવા કે પાણી પેસે એવો સહજ પણ પોલ રહેતો નથી. દાટો તેને જડેલી દાંડી ખેંચતાં ખેંચાય છે અને ધકેલતાં ઉચો ચઢે છે. દાટાની ઉપર ભુંગળીના મુખ ઉપર ગોળ કે ચપટું નાળચું હોય છે અને તેમાં એક કે અનેક ઝીણા વહે હોય છે.

પીચકારીથી પાણી ખેંચાઇ ઉડવાનું કારણઃ—પીચકારીમાં પાણી ચઢાવવાની રીત–(પીચકારીમાં પાણી પેસવાનું કારણ):–પીચકારીની દાંડી ધકેલી દાટો ઉંચો ચઢાવવામાં આવે છે એટલે દાટા ઉપરના ખાલી ભાગમાં રહેલી હવા છિદ્રમાં થઇ બહાર નીકળી જાય છે (અને રહે છે તો ઘણીજ થોડી રહે છે). હવે પીચકારીના મુખને પાણીમાં રાખી દાંડી વડે દાટો ખેંચવામાં આવે છે તેથી દાટાની અને પાણી વચ્ચેની જગો ખાલી થાય છે. એ ખાલી જગોમાં સહજ રહેલી હવા પ્રસરી પાતળી થઇ જાય છે. પાણી વચમાં આવવાથી આ હવા વાતાવરણની હવાથી જૂદી પડેલી છે. બહાર તપેલાના પાણી ઉપર હવાનું દબાણ થાય છે અને એ દબાણ પાણીના તમામ પર-

માણુઓમાં અસર કરે છે. પીચકારીમાંની હવા બહુ પાતળી હોવાથી કમી દબાણ કરે છે તેથી સામે થતા વધુ દબાણને લીધે પાણી વહેમાં થઈ પીચકારીમાં પેસી જાય છે એટલે વાસણમાંથી પીચકારીને બહાર કાઢી લેવામા આવે છે. પીચકારીમાંના પાણી ઉપર અંદરની હવાનુ વધુ દબાણ નથી પણ છિદ્ર પર વાતાવરણની હવાનું વધુ દબાણ થઈ સર્વ પાણી ઉપર અસર કરે છે તેથી બહારના વધુ દબાણથી પીચકારીમાં પાણી સ્થિર રહે છે.

પીચકારીથી પાણી ઉડાડવાની રીતઃ—દાંડી વડે દાટો ધકેલતા દાટા ઉપરનું પાણી ધકેલાય છે અને વહેમાંથી ધાર નીકળે છે. અનેક છિદ્રો હોય તો અનેક ધારા ઉડે છે. દાટો નક્કર તેમ ચોતરફ બંધબેસ્તો હોવાથી પાણી દાટા ઉપર ચઢી શકતું નથી. ગોળ નાળચું ચોતરફ છિદ્રવાળું હોય તો ધારા ચોતરફ ઉડે છે.

બંબાની રચનાઃ—ધાતુનું ચોકઠું ચોરસ આકારનુ બનાવી ઉપરનો ભાગ ઉઘાડો રાખી પાણીની ટાંકી બનાવવામાં આવે છે. આ ટાંકીની નીચે પૈડાં જોડતાં જ્યાં ત્યા ખેંચી જવાનું સુગમ પડે છે. ધાતુની બે મુખવાળી ગોળ નળી ટાંકીમાં ઉભા જડવામાં આવે છે. આ નળી ટાંકી સાથે જડી તેનુ નીચેનું મુખ ટાંકીના તળીઆથી થોડું ઉંચું અધર રાખવામાં આવે છે. ટાંકીમાં પાણી રેડતાં નળીનું એ મુખ પાણીમાં રહે છે અને ઉપરનુ મુખ પાણીની બહાર રહે છે. નળીના ઉપરના મુખ ઉપર વચમાં ઉપરની બાજુએ ઉઘડે અને આડો પડે એવા નળીના વહે કરતાં નાનો પડદો રાખવામાં આવે છે. નળીના એ ઉપરના મુખ ઉપર નળ જોડેલો હોય છે. આ નળમાં ચોતરફ દીવાલ સાથે બરાબર બેસતો આવતો પડદાવાળો દાટો હોય છે. આ નળનો દાટાનો પડદો દાટાની ઉપર ઉઘડે અને આડો પડે તેવો દાટા કરતાં નાનો હોય છે. દાટાને ધાતુનો સળીઓ જડી સળીઆને નળીમાં ઉભો રાખેલો હોય છે. સળીઆનો ઉપરનો છેડો લાકડાના કે ધાતુના આડા દાંડાથી જડેલો હોય છે. આ દાડો છેડે દાબતા નીચો થાય છે અને સળીઆને જડેલો છેડો ઉંચો થાય છે તેથી સળીઓ દાટાને ખેંચી ઉંચો ચઢે છે. દાંડાના (હાથાના) ખુલ્લા છેડાને ઉંચો કરતાં તેનો જડેલો છેડો નીચો

થાય છે એટલે સળીઓ દાટા સાથે દબાઈ નળમાં નીચો ઉતરે છે. સળીઆને હાથો જડી હાથાના બે છેડા ખુલ્લા રાખતાં બે તરફથી વારા ફરતી ઉચો નીચો કરતાં દાંડાને જડેલો દાટાવાળો સળીઓ ઝડપથી ઉચો નીચો ખસે છે.

બંબામાં પાણી ઉંચું ચઢવાનું કારણ:—ટાંકીમાં પાણી ભરી નળીનું નીચેનું મુખ ડુબાવવામાં આવે છે એટલે નળીમાંની હવા વાતાવરણથી અલગ થાય છે. નળી હવાથી ભરેલી હોય છે અને ઉપર દાટો હોવાથી ઉપરના બહારના વાતાવરણથી જૂદી પડેલી છે. હાથો ખુલ્લે છેડેથી દબાવતાં સળીઓ ઉંચો ચઢે છે એટલે નળીમાંની દાટા ઉપરની હવા દાટો ઉચો ચઢતાં ઉચી ચઢે છે અને દાટા ઉપરનો પડદો હવાના દબાણથી દબાઇ સજ્જડ થઇ બંધ રહે છે. દાટાની નીચેની નળીની ઉપરના પડદા સુધીની જગો હવા વગરની તદન ખાલી થાય છે એટલે નળીમાંની હવા પડદા ઉપર ઉપરનું દબાણ કરી નળીમાંનો પડદો ઉઘડી ખાલી જગોમાં ભરાઇ જાય છે તેથી નળીમાંની હવા પાતળી થઈ કમી દબાણવાળી થાય છે એટલે ટાંકીમાંનું પાણી પાણીની સપાટી ઉપરના ખુલ્લી હવાના વધુ દબાણથી નળીમાં પેસે છે અને દાટા સુધી ચઢવા માંડે છે. પાણી અને દાટા વચ્ચેની હવા જગો નાની થવાથી સંકોચાઇ જાડી થાય છે તેથી તે પાણી ઉપર દબાણ કરે છે એટલે નળીના મુખ ઉપરનો પડદો આડો પડી જાય છે અને નળમાં ચઢેલું પાણી પડદાની ઉપર સળીએ જડેલા દાટા નીચેની હવા નીચે ભરાઇ રહે છે. દાટો ઉપરથી દાબતાં નીચે ઉતરે છે એટલે પાણી અને દાટા વચ્ચેની હવા વધુ સંકોચાઈ જાડી થઈ વધુ દબાણ કરે છે તેથી બહાર નીકળવા જોર કરતાં સળીઆ સાથે જડેલા દાટાનો ઉપરનો પડદો ઉઘડી જાય છે અને હવા બહાર નીકળી જાય છે અને પછી દાટો માત્ર નીચે રહેલા પાણીને દબાવે છે. પાણીને ઉપરના પડદા સિવાય નીકળવાનો રસ્તો નથી તેથી દબાયેલું પાણી ઉપર ચઢી જાય છે અને દબાણ કરી પડદો આડો પાડી દાટાનું મુખ બંધ કરે છે. હવે વળી દાટો ખેંચતાં ઉચો ખેંચાય છે એટલે ઉપરના પાણીને પણ ઉચું ચઢાવે છે અને નીચે હવાના દબાણવાળું ટાંકીમાંનુ પાણી જોર કરી પડદો ઉઘાડી નળમાં પેસી

જાય છે એટલે દાટો ફરી દબાતાં એ પાણી ફરી દાટા ઉપર ચડે છે. આ રીતે દાટા ઉપર ચઢેલુ પાણી રબરની નળીમાં ચઢાવવામાં આવે છે. નળના પાણીના ધક્કાથી રબરની નળીમાં પાણી ચઢી હવાને બહાર ધકેલી કાઢ છે અને એ રીતે બંબાથી પાણી ઉચુ ચઢ છે. દાટો જ્યા સુધી ઉચો નીચો કરવામા આવે ત્યાં સુધી ટાંકીમાંનું પાણી ચડ છે.

કુવામાંથી પાણી ખેંચવાના પંપઃ—ટાંકીને બદલે કૂવાની નાળ છે. નળમાંથી હવા ખેંચવાની ગોઠવણ કરેલી હોય છે તેથી પાણીપર થતું હવાનું દબાણ બંબાની પેઠે પાણીને ઉંચે ચઢાવે છે. દાટો હાથે ચઢાવા ઉતારવાને બદલે વરાળ યંત્રથી ખેચતાં ઉતારતા ઝડપથી કામ થાય છે.

બંબા કે પંપ અને પીચકારીમાં તફાવતઃ—પાણીપર થતા હવાના દબાણના નિયમને આધારે આ ત્રણે સાધન બનાવેલાં છે, પણ પીચકારીમાં દાટાપર પાણી ચઢતું નથી ત્યારે બંબા કે પપમાં (પડદાવાળા દાટા હોવાથી). દાટા ઉપર (પાણી) ચઢે છે. પીચકારીમાં દાટા ઉપર પાણી ચઢતું નહિ હોવાથી જે છિદ્રમાંથી પાણી પેસે છે તેજ છિદ્રમાંથી બહાર નીકળે છે અને બબા કે પંપમાં બીજે માર્ગે ચાલ્યુ જાય છે.

આ યંત્રોનો ઉપયોગઃ—પીચકારીથી કાનનો મળ ખેંચાય છે, કાનની ઉંડી નાળમાં પાણી ધકેલી ધોઇ મળ ખેંચી લેવાય છે, આંખમાં દવા મૂકવાનું એનાવડે સુગમ પડે છે. ગુદાદ્વારા પાણી દાખલ કરી આતરડા સાફ કરી શકાય છે. રગ ઉડાવામાં મદિરો વગેરેમા પીચકારી વપરાય છે. બબાથી ઉંચાં મકાનોની આગ બુઝાવાનું સુગમ થયુ છે. પંપથી જથાબંધ પાણી કૂવામાથી ખેંચી કાઢતાં લોકોને પીવાનું પાણી પૂરુ પાડી શકાય છે તેમ મોટા પાયા ઉપર બાગ બગીચાની ખેતી કરી શકાય છે. ગોદીઓનુ પાણી બહાર ખેંચી કાઢી સૂકી બનાવી વહાણ કામની દુરસ્તી કરી શકાય છે.

હવા ભાર માપક યંત્ર.

હવા ભાર માપક યંત્રનાં નામઃ—ભાર માપક=ભાર માપનાર; હવામાં ભાર–વજન છે અને એ ભાર હવાના દબાણને લીધે હોય છે તેથી ભાર માપવા માટે (હવામાં કેટલું દબાણ છે તે સમજવા માટે) આ યંત્ર બનાવેલું હોવાથી **હવા ભારમાપક યંત્ર, હવા દબાણમાપક યંત્ર** એ નામે ઓળખાય છે. અંગ્રેજી ભાષામાં એ **બેરોમિટર** કહેવાય છે.

બેરોમિટર બનાવવાનાં સાધનઃ—ચોકઠામાં જડેલી પારાથી ભરેલી કુંડી અને ૪૦ ઇંચ લાંબી સાંકડી એક મુખવાળી છલોછલ પારાથી ભરેલી કાચની નળીથી બેરોમિટર બનાવી શકાય છે. ઘન પદાર્થ કરતાં પ્રવાહી પદાર્થ ઉપર થએલી હવાના દબાણની અસર તરત માલુમ પડે છે તેથી ઘન પદાર્થ નહિ વપરાતાં પ્રવાહી પદાર્થ વપરાય છે અને તેમાં પણ (ગરમી માપક યંત્રમાં સમજાવ્યા પ્રમાણે) ઘણા ગુણવાળો હોવાથી પારાનોજ ઉપયોગ કરવામાં આવે છે. પારદર્શક હોવાથી અને પારો ચોંટતો નહિ હોવાથી તેમ ગરમીનો મંદ વાહક હોવાથી નળીમાં કાચનો ઉપયોગ થાય છે.

બેરોમિટર બનાવવાની રીતઃ—૪૦ ઇંચ લાંબી સાંકડી કાચની એક મુખવાળી નળીમાં છલોછલ પારો ભરતા હવા નીકળી જાય છે. કાચના વાસણમાં પારો ભરી વાસણને ચોકઠામાં જડી લેવામાં આવે છે અને પારાની સપાટી હવામાં ખુલ્લી રહે છે. યા સપાટી પર હવા જા આવ કરી શકે એવી (મુખ રાખી) ગોઠવણ કરવામાં આવે છે. પારો ભરેલી નળીના મુખ પર આંગળી દાબી ઉંધી કરી સાવધપણે પારાના વાસણમાં મૂકી આંગળી કાઢી લેવામાં આવે છે. નળીમાંનો લગાર પારો બહાર નીકળે તો તેટલી હવા પેસી જાય છે માટે બહુ સાવધપણે નળી ઉધી ગોઠવવામાં આવે છે. નળીને પણ ચોકઠા સાથે જડી પટ્ટી સાથે રાખવામાં આવે છે.(પટ્ટીપર ઇંચ ઇંચના અંતરપર આંકા પાડી અંક લખવામાં આવે છે અને દરેક ઇંચના ૧૦૦ ભાગ કરી પેટા ઇંચ સમજવા નિશાન કરે છે.) ગુરૂત્વાકર્ષણથી અને પ્રવાહી પદાર્થની સરખી સપાટી રહે છે એ નિયમના આધારે નળીમાંનો પારો ઉતરી વાસણના પારામાં ભળી જઇ વાસણના પારાની સપાટી જેટલો ઉંચો રહેવો

જોઇએ; પણ અહીં નળી ઉંધી ગોઠવતાં પારો થોડો નીચે ઉતરી વાસણના પારાની સપાટી કરતાં ઉંચે સ્થિર થાય છે. નળીમાં પારા ઉપરની ખાલી થ-ચેલી જગો હવા વગરની છે એટલે નળીના પારા ઉપર હવાનું ઉપરથી દબાણ થવા માર્ગ નથી તેથી પારો વાસણના પારાની સપાટી સુધી ઉતરતો નથી. નળીની ઉપરનો કાચ ભાગી ખુલ્લું મુખ કરતાં પારાપર હવાનું દબાણ કરતાં એકદમ વાસણના પારાની સપાટી જેટલો ઉતરી પડે છે, પણ અહીં તો નળીના પારા ઉપર હવાનુ દબાણ થતું નથી અને પ્યાલાના પારાપર હવાનું દબાણ થાય છે તેથી એ દબાણથી નળીમાં પારો ઉંચો અટકી રહે છે એટલે નીચેથી દબાણ જેટલુ થાય તેટલો નળીમાં પારો ઉંચો રહે. નીચેનું દબાણ વધતાં નળીમાં પારો ઉંચો ચઢે અને નીચેના પારા પરનું દબાણ ઘટતાં નળીમાં પારો નીચે ઉતરે. પારો પોતાના વજનથી બહાર નીકળ-વાનું કરે છે અને વાતાવરણ પોતાના વજનથી તેને અંદર ધકેલે છે. પ્રથમ નળી ઉંધી પાડતાં વાસણના પારાપર વાતાવરણના થતા દબાણ કરતાં પારાનું. વજન વિશેષ હોવાથી નીચે પારો ઉતરવા માંડે છે, પણ બન્ને વજન સરખા થતાં પારો નળીમાં સ્થિર થાય છે. આ સ્થિર થયેલો પારો વાતાવરણના દબાણમાં વધઘટ થતાં ઉંચો નીચો ધકેલાય છે.

બેરોમિટરથી હવાનું દબાણ સમજવાની રીતઃ—સમુદ્રની સપાટી પરની સાધારણ ઉષ્ણમાનવાળી હવાના દબાણથી નળીમા પારો ૩૦ ઇંચ ઉંચાઇએ સ્થિર થાય છે અને જમીન પરની સાધારણ ઉષ્ણમાનવાળી હવાના દબાણથી ૨૮ ઇંચ ઉંચે સ્થિર થાય છે. ઉષ્ણમાપક યંત્રમા હવા પાતળી થતાં પારો ઉંચો ચઢે છે અને ઠંડીથી હવા સંકોચતાં પારો નીચે ઉતરે છે ત્યારે બેરોમિટરમાં એથી ઉલટી ક્રિયા થાય છે એટલે ઉષ્ણતાથી હવા પાતળી થતાં પારો નીચે ઉતરે છે; (કેમકે હવાનું દબાણ કુંડીના પારા ઉપર કમી થાય છે) અને ઠંડીથી સંકોચાતા પારો ઉંચો ચઢે છે; (કેમકે હવાનુ દબાણ કુંડીના પારા ઉપર વધે છે.) પારો જે અંક ઉપર સ્થિર થાય તે અંક જેટલું હવાનું દબાણ છે એમ કહેવાય છે.

બેરોમિટરનો ઉપયોગઃ—સમુદ્રની પાણીની સપાટી સર્વથી નીચી હોવાથી

સ્થળોની ઉચાઇ માપવા સમુદ્રની સપાટીને પાયારૂપ માનવામાં–ગણવામાં આવે છે. સમુદ્ર કરતાં કોરી જમીનનો પ્રદેશ ઉંચો છે અને તેમાં પણ કેટલાક પ્રદેશો તથા પર્વતો ઘણા ઉંચા હોય છે. વાતાવરણની* જાડાઇ કરતાં જમીનનો ભાગ જેટલો ઉંચો હોય તેટલી વાતાવરણની જાડાઇ કમી હોય છે અને વાતાવરણનું વજન–દબાણ (સરખી ઉષ્ણતામા) તેની જાડાઇના પ્રમાણમાં હોય છે તેથી સમુદ્રની સપાટી કરતાં જમીનપર વાતાવરણનું દબાણ જેટલું કમી થાય તેટલુ તે સ્થળ સમુદ્ર કરતાં (લેવલમાં) ઉંચું કહેવાય છે. સમુદ્ર પરના દબાણથી પારો નળીમાં ૩૦ ઇંચ ઉંચે સ્થિર થાય છે અને દર ૯૦૦ ફીટની ઉંચાઇએ ૧ ઇંચ નીચો ઉતરે છે અને એ હિસાબે જમીનના લેવલની ઉંચાઇ નક્કી થાય છે, જેમકે પારો ૨૫ ઇંચપર સ્થિર થાય તો ૩૦–૨૫=૫ ઇંચ ઉતરતા ૪૫૦૦ ફુટ લેવલનું માપ ગણાય છે. વળી એના વડે પર્વતોની ઉંચાઇ માપી શકાય છે. તેમજ આકાશમાં વિમાનમાં બેસી ઉડતાં યંત્ર સાથે લેતાં કેટલી ઉચાઇએ ચઢયા તે સમજી શકાય છે.

સૂકી હવા કરતાં વરાળ મિશ્રિત હવા હલકી હોય છે તેથી આ યંત્ર સ્થળાંતર કર્યુ ન હોય તો પણ સૂકી હવામાં પારો નીચો ઉતરી પડતાં હવા વરાળવાળી થઇ છે એમ અનુમાન કરાય છે, અને વારંવારના અડસટાપરથી ૨૪ કલાકની હવાની સ્થિતિમાં થનારા ફેરફાર સમજી શકાય છે. વરાળ વધુ થતાં વરસાદની અટકળ થાય છે અને એકાએક પારો ઉતરતા હવાનું દબાણ કમી થવાથી ઠંડો પવન ધસી આવતાં પવનનાં તોફાનની અટકળ કળી શકાય છે. વળી જૂદા જૂદા સ્થળોએ માપ લેવાથી કયાં વરસાદ થશે, કયા કઇ દિશાએથી તોફાન આવશે, અમુક ભાગમાં વરસાદ નહિ વરસશે વગેરે અનુમાન થઇ શકે છે. આવી નોંધો રાખી રીપોર્ટો પ્રગટ કરવા **સીમલામાં વાયુચક્રશાસ્ત્રીની મુખ્ય કચેરી** સ્થાપવામાં આવી છે અને ઇલાકામાં મુખ્ય સ્થળે વાયુના ફેરફારની નોંધ રાખવા શાખા કચેરીઓ ઉઘાડવામાં આવી છે તેથી હિંદની દરરોજની નોંધો પ્રકટ થાય છે અને સમુદ્રોમાં

* જેમક વાતાવરણ સમુદ્રની સપાટીથી ૧૦૦ મૈલ ઉંચું હોય તો **૫ મૈલ** ઉંચા શિખરનું વાતાવરણ ૯૫ મૈલ જાડાઇનુ થાય.

તોફાનો થવાની ચેતવણી અપાય છે તેથી વહાણો તોફાનમાં સપડાતાં બચી જાય છે.

વનસ્પતિ.

વનસ્પતીના વર્ગ:—વનસ્પતિના મુખ્ય બે ભાગ છે. (૧) **ફૂલવાળી** (સપુષ્પ) વનસ્પતિ; (૨) **ફૂલ વગરની** (અપુષ્પ) વનસ્પતિ. ફૂલવાળી વનસ્પતિના ૨ ભાગ છે. (૧) **એક દળિઆ**–એક દળવાળી (જેમાં બી દાળ વગરનું હોય છે તે) વનસ્પતિ, (૨) **દ્વિદળ** (જેમાં બીની બે દાળ હોય છે તે) વનસ્પતિ.

ઉદાહરણ:—(૧) **ફૂલવાળી વનસ્પતિમાં** આંબો, કેળ, મહુડો, રાયણ, આમલી, કપાસ, દાડમ, સીતાફળી, કાકડી, મોગરી, બાજરી, ઘઉં, તાડ, બાવળ, ખજુરી વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. (૨) **અપુષ્પ વનસ્પતિમાં** બરફપર ઉગતી રાતી હિમફૂદ (હિમ–બરફપર ઉગતી), અળુ, લીલ, સેવાળ, બિલાડીનો ટોપ વગેરેનો સમાવેશ થાય છે. એક દળ અને દ્વિદળ એ સપુષ્પ વનસ્પતિના પેટા વિભાગ છે. (૧) **એક દળમાં** નાળિયેરી, તાડ, સીંદણી, ખજુરી, સોપારી, કેળ, ગુલછડી, બાજરી, જુવાર, મકાઈ, ઘઉં, જવ, શેરડી, સામો, નેતર, ડુંગળી વગેરે તમામ ઘાસ વર્ગના છોડનો સમાવેશ થાય છે: (૨) **દ્વિદળમાં** વડ, સીતાફળી, આમલી, આંબો, મહુડો, વડ, રાયણ, જામફળી, ફણસી, કોઠી, બાવળ, વટાણા, વાલ, તુવર, ચોળા, મઠ, મગ, અડદ, મેથી, રાઈ, ધાણા, તુળસી, મોગરો વગેરે ઘણીખરી વનસ્પતિનો સમાવેશ થાય છે.

એક દળ અને દ્વિદળ વનસ્પતિમાં તફાવત.

એક દળ વનસ્પતિની રચના.	દ્વિદળ વનસ્પતિની રચના.
૧ અંદરથી વધે છે.	૧ બહારથી વધે છે.
૨ **મૂળ** ટુંકા–ટુંકા રેસાનાં હોય છે.	૨ **મૂ** લાંબા અને ઝીણા રેસાવાળાં હોય છે.
૩ **થડ** લંબાઇના પ્રમાણમાં પાતળાં, ઉપર અને નીચે સરખી જાડાઈના હોય છે. લાકડું કાષ્ટ તંતુ–રેસાના રૂપમાં ગર્ભની સાથે મળી ગયેલું	૩ **થડ** નીચેથી જાડાં અને ઉપરથી પાતળાં તેમ લંબાઇના પ્રમાણમાં જાડાં હોય છે. થડપ ર છાલનું ઢાંકણુ

હોય છે, થડ અંદરથી મઉ-માવા જેવાં ગાભાવાળા અને બહારથી કઠણુ હોય છે. નવા રેસા મધ્યમાં બંધાઈ બહાર દબાઈ ધકેલાઈ બાજુનો ભાગ કઠણુ અને મોટો થતો જાય છે. થડ બહારથી કઠણુ હોવાથી ડાળ વગરનાં હોય છે. છાલપર ઢાંકણુ હોતું નથી એટલે કે થડપર જૂદી છાલ નથી.

૪ **પાંદડાંની** નસો-શિરાઓ દીંટાથી છેડા કે બાજુ સુધી સમાંતર ગયેલી હોય છે અથવા વચમાંની સીધી મુખ્ય શિરામાંથી બાજુપર જતી સમાંતર શિરાઓ હોય છે તેથી પાદડામાં શિરાઓની જાળી પથરાતી નથી માટે પાદડા ઉભા ચીરાઈ જાય છે. પાદડા સુકાઇ ચીમળાઈ જાય કે તદન સુકાઈ જાય છે તોપણુ તે છોડ કે ઝાડ સાથે ચોટી રહેછે.

૫ **ફૂલને** બહારનુ વજનુ ઢાંકણ હોતું નથી પણ ફૂલ મણિનુ-પાખડીનુ ઢાંકણ હોય છે. જ્યારે ઘાસ વર્ગના છોડપર તો એ બંને ઢાંકણુ હોતાં નથી. ફૂલની પાંખડી અને પુકેસરની સંખ્યા ૩ કે ૩ ના ગુણાકાર ૬, ૯ એ સંખ્યામાં હોય છે. બે કે ચારની સંખ્યામાં કવચિતજ હોય છે. પાંચ

(થડથી જૂદી છાલ અને છાલપર ત્વચા) હોય છે. બહારથી થડ વધી અંદર દબાય છે તેથી બહારથી પોચું અને અંદરથી કઠણુ હોય છે. બહારથી થડ પોચુ હોવાથી થડપર ડાળાં ફૂટે છે. બહારથી દબાતા થડના વચમાંના ગાભાની આસપાસ વિંટીઓની પેઠે લાકડાના થરપર થર બનતા જાય છે. દર વરસે નવો થર બાઝે છે.

૪ **પાંદડાંની** નસો-શિરાઓ જાળના દોરાની પેઠે ગુથાઈ ગયેલી હોય છે. નસો અને તેની ઉપશિરાઓથી આ જાળ પથરાય છે. જાળને લીધે પાદડા સીધા ફાટતા નથી. પાંદડા પાકી પીળા થતા દાંડી સાથે ખરી પડે છે.

૫ **ફૂલને** બહારનુ વજનુ અને પુષ્પ પાખડીનુ ઢાકણુ હોય છે. પાંખડીના અને પુકેસરની સંખ્યા અનિયમિત હોય છે અને નિયમિત હોય છે ત્યારે પાંચ કે પાંચના અને ચાર કે ચારના ગુણાકારની સંખ્યા ૧૦,૧૫ કે ૪,૮,૧૨ વગેરેમાં હોય છે, ત્રણુ ત્રણુ કવચિતજ હોય છે.

૬ ફળમાં બે દાળ (ફાડો) હોય છે તે

કદી હોતી નથી.
૬ ફળમાં દાળ (ફાડ) હોતી નથી અને બીજાશય–ગર્ભ એક બાજુએ કે નીચે હોય છે.

વચમાંના નાના ટીપકાથી સંધાય છે. એ સાંધનારું ટીપકું બીજાશય –ગર્ભ છે. બી વાવતાં એ દાણો (ઉપર આવેલી) સ્પષ્ટ દેખાય છે.

ફૂલ અને ફળ.

ફૂલના ભાગઃ—ફૂલમાં મુખ્ય બે ભાગ છે. (૧) **ફળ ઉત્પન્ન કરનારી બે ઇંદ્રિય (પુંકેસર** અને **સ્ત્રીકેસર**), (૨) **બે ઇંદ્રિયોનું રક્ષણ કરનાર બે આચ્છાદન.** સર્વથી બહારનું આચ્છાદન **બાહ્યાચ્છાદન–બહારનું પડ, વજ્ર કે પડઘી** કહેવાય છે. આ આચ્છાદન લીલા રંગનું હોય છે. વજ્રનો છેડા સિવાયનો નીચેનો ભાગ જોડાયેલો હોય છે. વજ્રની અંદરનો ભાગ **ફૂલમણિ–પુષ્પકોશ–પુષ્પપાંખડી–પુષ્પપાંદડી–પુષ્પકળી–પુષ્પાવરણ** (અંદરની કેસર ઇંદ્રિયને રક્ષણ કરનારું પુષ્પનું પડ) કહેવાય છે. આ પુષ્પાવરણ બહારના વજ્ર કરતાં મોટું હોય છે. એનો દરેક ભાગ **પાંકળી–પાંખડી–પાંદડી** કહેવાય છે. પુષ્પની શોભા અને સુવાસ આ પાંખડીમાંજ હોય છે. આ ઢાંકણનું વજ્ર રક્ષણ કરે છે તેથી વજ્ર બાહ્યાચ્છાદન અને આ અંતરાચ્છાદન કહેવાય છે.

ફૂલનું વજ્ર અને પાંખડીનું પડ ચુંટી નાખતાં મધ્યમાં **કેસર** દેખાય છે. ફૂલની બરાબર મધ્યમાં **સ્ત્રીકેસર** અને તેની આજુબાજુ (સ્ત્રીકેસર અને પાંકળીની વચ્ચે ચોતરફ) **પુંકેસર** હોય છે. આ બંને જાતિના કેસરના તંતુના નીચેના છેડા પુષ્પકોશની નીચે વળગેલા હોય છે.

સ્ત્રીકેસરના ભાગઃ—(૧) **બીજાશય** (બીજનું સ્થળ), (૨) **નળી,** (પરાગવાહિની), (૩) **ટોચ–અગ્ર–મુખ** એ ત્રણ સ્ત્રીકેસરના ભાગ હોય છે. પડઘી પરનો પોલો દડી આકારનો ભાગ **બીજાશય** (બીજકોષ) કહેવાય છે. બીજાશયમાં એક વધુ ગોળ સૂક્ષ્મ બીજ (ઇંડાં) બીજાશયને વળગેલાં

હોય છે. બીજાશયની ઉપર બીજાશયના મુખ સાથે જોડાયેલી બારીક (પોલી) નળી **પરાગવાહિની** છે. નળીનો ઉપરનો જરા જાડો અને ચપટો પોલો છેડો **ટોચ–અગ્ર–મુખ** કહેવાય છે.

પુંકેસરની રચનાઃ—પુંકેસરમાં નીચે **દાંડો** (બારિક **તંતુ**) અને મથાળે **પરાગકોશ** (પરાગની કોથળી–પરાગની બારીક ભુકીવાળી કોથળી) હોય છે. પરાગકોશનો આકાર, લાંબી ચપટી કોથળીના જેવો ઘણું કરીને હોય છે પરાગકોશનો તંતુને વળગેલો ભાગ **પીઠ–પુઠ–પાછળનો ભાગ** અને બીજી બાજુનો ભાગ **આગળનો ભાગ–સામેનો ભાગ–પેટ** કહેવાય છે. પેટમાં ખાચ (કોથળી બે પેશીની બનેલી હોવાથી) હોય છે. ખાચને સમાંતર ઉભી લીટી જવાથી પરાગકોશના બે ભાગ થાય છે.

પુંકેસર અને સ્ત્રીકેસરનો સંયોગઃ—પરાગકોશ પક્વ થતા પુંકેસર સહેજ ઉંચકાઈ પરાગકોશ ફુલી સમાંતર લીટીમાંથી ફાટે છે અને પરાગ પડી જતાં પુંકેસર સંકોચાઈ નીચે વળે છે. સ્ત્રીકેસર પક્વ થતાં તેના અગ્રપર ચીકણો પ્રવાહી નીકળે છે ત્યારેજ પુંકેસરના પરાગકોશમાંથી નીકળેલો પરાગ સ્ત્રીકેસરના અગ્રપર ચોટે છે. સ્ત્રીકેસર પક્વ થયા વગર પડેલો પરાગ નકામો જાય છે. પરાગકોશમાં પરાગ ન હોય તો સંયોગ થતો નથી. આવી પુંકેસર વાંઝ કહેવાય છે. (૧) **સીધો સંયોગ**—એકજ પુષ્પમાં સ્ત્રીકેસર અને પુંકેસર હોય, બન્ને ઇંદ્રિયો સાથે પક્વ સ્થિતિમાં આવે, બન્ને સરખા ઉંચાઈની યા પુંકેસર ઉંચી હોય, ત્યારે આમ સંયોગ થઈ શકે છે. (૨) **આડકતરો સંયોગઃ**—સ્ત્રીકેસર અને પુંકેસરના ફુલ જુદાં હોય કે બંને ઇંદ્રિઓના ફુલના વૃક્ષજ જુદાં હોય, પુંકેસર કરતાં સ્ત્રીકેસર ઘણી ઉંચી હોવાથી પુંકેસર ઉંચકતાં છતાં અગ્ર સુધી પહોંચી શકતી ન હોય, બંને સાથે પક્વ થતી નહોય ત્યારે આમ સીધી રીતે સંયોગ થતો નથી. પક્વ સ્થિતિમાં કેટલાક પરાગકોશનાં મુખ અગ્ર તરફ ન વળતાં અવળાં ફરી જવાથી સંયોગ થવાનુ બનતું નથી. આવી સ્થિતિમાં પવન, ભમરા, મધમાખીઓ વગેરેથી પરાગ સ્ત્રીકેસરના અગ્રપર જઈ પડે છે. પવનથી પરાગ ઉડી ઉંચાં કે દૂરનાં અગ્રપર પડે છે. ભમરા, મધમાખીઓ

વગેરે પુષ્પમાં નીચે રહેલો મધુરસ પીવા પેસે છે ત્યારે તેની પાંખો સાથે આ પરાગ ચોંટી જાય છે, પરંતુ ઉડી બીજા ફૂલપર જતાં બીજા ફૂલની સ્ત્રીકેસર કે બીજા ઝાડપરના ફૂલની સ્ત્રીકેસરપર પાંખે ચોંટેલો પરાગ પડે છે, અને એ રીતે અસમાન સ્ત્રીકેસર અને પુંકેસર ઇંદ્રિયોનો સંયોગ થાય છે.

ફળની ઉત્પત્તિ થવાની રીતઃ—સ્ત્રીકેસરના અગ્રપર પરાગની ગોળી ચીકણા રસથી સ્થિર થાય છે. પરાગની દરેક ગોળીમાં ઝીણાં બારીક રજ-કણો—તંતુઓ હોય છે. પરાગની ગોળીનું પડ અંદરથી સુંવાળું પણ બહારથી ખડબચડું અને છિદ્રવાળું હોય છે. ગોળીમાંના તંતુઓ છિદ્રમાંથી નીકળી સ્ત્રીકેસરના અગ્રના પોલા ભાગમા થઈ પરાગવાહિની—સ્ત્રીકેસરની વચલી નળીમાં ઉતરી નીચે બીજાશયમા જાય છે. બીજાશયને વળગેલા ઇંડાંના છિદ્રમાં એ તંતુઓ પેસે છે એટલે તંતુમાંથી એક પ્રકારનો રસ ઉતરે છે. આ રસ અને ઇંડાંનો સબંધ થતાં ફળ બંધાવાની શરુઆત થાય છે. સ્ત્રીકેસરના પડની સંખ્યા પ્રમાણે ફળની સંખ્યા બંધાય છે. પડ જુદાં જુદાં હોય તો એકજ ફલથી ઘણાં ફળ થાય છે. ફળ વધતા બીજાશય વધી પક્વ થાય છે. આ ઇંડાંજ બીજ થઈ ફળમાં રહે છે, અને એ પક્વ થયેલાં બીને રોપતાં નવું વૃક્ષ કે છોડ થાય છે. ફળ તૈયાર થતાં નળી અને અગ્ર નાશ પામે છે. કદી કદી ફળ પર એ ભાગ નીચે રહે છે, પણ બાહ્યાચ્છાદનનું વજ્ર ઘણા ફળના મુખે ચોંટી રહે છે. જેમકે મરચાં, વેગણ વગેરે.

અપુષ્પ (ફૂલ વગરની) વનસ્પતિ.

રચનાઃ—આ વનસ્પતિનાં **મૂળ** નાની નળીઓના આકારના ચિહ્ન રુપે હોય છે. મૂળની સાથે થડ અને પાન હોય છે, પણ રસવાહિની (રસ વહે-વાની શિરાઓ) હોતી નથી તેથી મૃદુધાતુની પેશીઓ વડે એ (રસ વહે-વાનું) કામ ચાલે છે. (પેશીઓ=તંતુઓ) **પાન** હાથ કે પંજા જેવાં હોય છે અને તેના છેડા બે ભાગવાળા હોય છે. **પુષ્પ** અને **બીજ**

જણાતાં નથી તેથી એ અદૃસ્યબીજ વનસ્પતિ પણ કહેવાય છે. નાની પેશી-ઓથી (ઝીણા કણથી) એની ઉત્પત્તિ થાય છે.

(૧) **હંસરાજ** નામની અપુષ્પ વનસ્પતિ વગડામાં અને ખડકોમાં કુદરતી રીતે ભેજાળ જગોએ છાયામાં ઉગે છે. બગીચામાં શોભા માટે છાંયામાં કુડાં ગોઠવી ભેજ રાખી એને ઉછેરવામાં આવે છે. તેમજ તાર, નેતર કે વાંસની ગુંથેલી ટોપલીઓમાં માટી ભરી ભેજવાળી રાખી તેમાં ઉછેરે છે અને એવી ટોપલીઓ બગલાના ઓટલાપર કે ફરતી કમાનો નીચે ઉચી ટાંગી રાખવામાં આવે છે.

હંસરાજનું વર્ણનઃ—આ વનસ્પતિ ગરમ પ્રદેશમાં ૧૦ ફીટ સુધી ઉચી વધી શકે છે, પણ ઠંડા મુલકોમાં એ (વનસ્પતિ) બહુજ નાની રહે છે. હંસરાજનાં **મૂળ** ને **થડ** સ્પષ્ટ દેખાય તેવાં હોય છે, પણ **પાંદડાંને** બદલે થડ અને પાંદડાંની વચ્ચેની સ્થિતિનો આકાર પાંદડા રૂપે દેખાય છે. કેટલીક જાતિમાં પાંદડાં મોટાં અને કેટલીકમાં નાનાં હોય છે. આ પાંદડાંમાં એક દળની પેઠે સમાંતર શિરાઓ નથી તેમ દ્વિદળની પેઠ જાળીદાર શિરાઓ પણ નથી, પણ ચિપીઆ આકારની (શિરાઓ) હોય છે. ફુલ આવતા નથી તેથી ફળ પણ થતાં નથી. ફળ નહિ હોવાથી **અદળ** (દાળ વગરની) **વનસ્પતિ** કહેવાય છે. પાંદડાની નીચે કાળા ડાઘા જેવા કાળા દાણા (લઘુ પેશીઓ) હોય છે તેમાં બહુ બારીક રજકણો ભરેલી હોય છે.

હંસરાજની ઉગવાની રીતઃ—કાળા ડાઘા ફાટતાં બારીક ભૂકો–રજકણો (ભેજાળ) જમીનપર પડે છે એટલે પ્રથમ રજકણનુ પ્યાલાના જેવું ભીંગડુ થાય છે. ભીંગડાનો નીચેનો ભાગ પુંકેસર જેવો અને ઉપરનો ભાગ સ્ત્રી-કેસરના જેવો હોય છે. નીચેના પુકેસર રૂપી ભાગમાંથી રેસા ફુટી ઉપરના સ્ત્રીકેસર રૂપી ભાગમાં આવતાં સ્ત્રીકેસર રૂપી ભીંગડું વધવા માંડે છે, અને ભીંગડું વધતાં તેમાંથી કોંટો ફૂટી કોંટામાંથી છોડ થાય છે.

(૨) **સેવાળઃ**–પાણી ટપકતું હોય ત્યાં આ અપુષ્પ વનસ્પતિ ઉગે છે. પાણીની ચોકડીઓમાં, પાણીઆરામાં, પાણીનાં જળાશયોમાં, ચોમાસામાં મકાનની

ઉઘાડી દિવાલોપર, નળીઆંપર, ઈંટોપર અને ઝાડનાં થડપર એ ઉગે છે.

સેવાળની રચનાઃ—સેવાળનાં પાન બહુ નાનાં અને ટોચે હોય છે. એને પણ મૂળ, થડ અને પાંદડાં હોય છે. હંસરાજની પેઠે એને ફૂલ આવતાં નથી. ફૂલ નથી તેથી ફળ કે બીજ હોતાં નથી. આ છોડ જેમ ઉપરથી વધતા જાય છે તેમ નીચેથી કહોતા જાય છે.

સેવાળની ઊગવાની રીતઃ—પાંદડાના અંદરના ભાગમાં પુંકેસર ઇંદ્રિય હોય છે અને પુંકેસરની પાસે કે સામે યા સેવાળના બીજા છોડના પાંદડાની અંદરના ભાગમાં સ્ત્રીકેસર ઇંદ્રિય હોય છે. પુંકેસર ઉઘડતાં રેસો નીકળી સ્ત્રીકેસરમાં ઉતરે છે એટલે સ્ત્રીકેસર વધવા માંડે છે અને વધી રહેતાં તેમાંથી ટોપીના જેવા માથાવાળી એક લાંબી દાડી બહાર નીકળે છે. દાડીનું માથું ફાટી અંદર રહેલો પરાગ—ભૂકો જમીનપર પડે છે. આ ભૂકો તે સેવાળનાં બીજ છે. બીજ જમીનપર પડી તેનો ઘણી રેસાવાળો ગાભો બંધાય છે અને ગાભાપર આંખ આવી નવીન છોડ ઉગે છે.

(૩) **દરિયાઈ છોડઃ**—એ છોડ મીઠા અને ખારા પાણીમાં ઉગે છે. આ બહુ સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી જોઈ શકાય એવી સેવાળથી ઉતરતી અપુષ્પ વનસ્પતિ છે. પાણીમાં તરતી વનસ્પતિ લીલ નહિ પણ દરિયાઈ છોડ છે.

(૪) **લીલઃ**—એ પર્વતોને મથાળે અને પત્થરો ઉપર ઉગે છે. એ સેવાળ કરતાં ઉતરતી અને અપુષ્પ વનસ્પતિ છે.

(૫) **ફુગનું વર્ણનઃ**—એ પણ સેવાળ કરતા ઉતરતી વનસ્પતિ છે અને ભેજાળ જગ્યામા ઉગી નીકળે છે. વરસાદમાં સફેદ રંગના છત્રી આકારના ઉગતા બિલાડીના ટોપ, રોટલી, રોટલા કે ખોરાકપર, ફળફળાદિપર, અથાણાંપર, પાપડપર, અનાજપર, શરીરના ઘા પર, બુટપર, કપડાંપર, ફરનીચરપર, પુસ્તકોપર વગેરે સ્થળે ભેજના સાધનથી એ ઉગી નીકળે છે અને કેટલીકવાર એ ગધાય છે ત્યારે **ઉબ** વનસ્પતિ એ નામથી ઓળખાય છે. ખેતરના ઉભા પાકને બગાડનાર ગેરૂ—ગેરૂઓ અને આગીઓ વનસ્પતિ પણ એક જાતની ફુગજ છે.

(૭) **બેકટેરિઆ** (બેકિટ્રયા):–મનુષ્ય અને બીજાં પ્રાણીઓના લોહીમાં, દોહી રાખેલા દૂધમાં, હવામાં ઉડતી રજકણોમાં અને સઘળા કહોતા પદાર્થોમાં અતિ સૂક્ષ્મ (૪૦૦૦૦ ઈંચના કદના) જંતુ હોય છે તે ફુગ વનસ્પતિ કહેવાય છે. ખરી રીતે હરકોઈ વસ્તુ પર થતી **ફુગ એ વનસ્પતિ નહિ પણ અતિ સૂક્ષ્મ જંતુનો સમૂહ છે.** સૂકા ઘાસને પાણીમાં બોળી રાખી હવામાં મૂકીએ અને ૪૮ કલાકે પાણી ગાળી સૂક્ષ્મદર્શક યંત્રથી તપાસીએ તો અંદર અનેક ઝીણા જંતુ તરવરતા જણાય છે. આ ઘાસના કહોવાણથી ઉત્પન્ન થયેલા બેકટેરિઆ છે. એને હાથ પગ અને ઇંદ્રિયો નથી છતાં જીવન પુરતી ક્રિયા કરી શકે છે; એટલે ખાય છે, પીએ છે, હાલે છે, ચાલે છે અને પોતામાંથી વિભાગ કરી અનેક પ્રજા ઝડપથી વધારે છે. દરેક કહોતી ચીજ એના જીવનનો આધાર છે. એ કહોતી ચીજ ખાઈ નાશ કરે છે. સડો એજ અતિ સૂક્ષ્મ જંતુની ઉત્પત્તિ છે અને એ ઉત્પન્ન થઈ પૃથ્વીના સડાને દૂર કરી ભંગીનું કામ કરે છે અને એ રીતે ફુગ એ ખરી રીતે વનસ્પતિ નહિ પણ વનસ્પતિને મળતી બારીક જંતુની સૃષ્ટિ છે.

નાળિએરી.

નાળિએરીના ઝાડની રચના:—એ એકદળ વનસ્પતિ હોવાથી એનું થડ સીધુ હોય છે. થડની જાડાઈ જમીનથી ટોચ સુધી સરખી હોય છે. થડ ઉપર રેસાવાળી, કઠણ અને ખોટી છાલ હોય છે. થડ અંદરથી ગાભાવાળું અને બહારથી કઠણુ હોય છે, તેથી તેના ઉપર ડાળાં થતાં નથી. આ ઝાડ ટોચથી વધે છે તેથી થડ ૫૦–૭૦ હાથ ઉચાં થાય છે. થડની ટોચે **પાંદડાંનો** ઝુમખો હોય છે. પાનની શિરાઓ સમાંતર હોય છે. ટોચે થડ ઉપર મંજરી–માંજર નીકળે છે તે **ફૂલ** છે. ફૂલની સ્ત્રીકેસર અનેક પડવાળી હોય છે તેથી એકજ મંજરીએ અનેક (૫ થી ૫૦) નાળિએર થાય છે. નાળિએર એ **ફળ** છે. **રસ** વહેવાની વાહિનીઓ થડની અંદર હોય છે, તેથી થડ ઉપર ટોચે વાહિનીઓ સુધી આડો કાપ મૂકતાં રસ ઝરપી બહાર

વહે છે. થડમાં પાંદડાં ખોસી રસ પાંદડાં પર વહેવરાવી વાસણમાં એકઠો કરી શકાય છે. સૂર્ય ઉગ્યા પહેલાંનો રાત્રીએ ઝરપી વાસણમાં એકઠો થયેલો પાણી જેવો મીઠો રસ **નીરો** કહેવાય છે. રસ તાપથી ખટાય છે, ધોળો થાય છે અને ઉપર ફીણ આવે છે તે **તાડી** કહેવાય છે. પ્રત્યેક ઝાડ ઉપર સારી જમીન, હવા અને પાણીની અનુકૂળતા મળતાં ૪૦૦–૫૦૦ નાળિએર દર વરસે આવે છે અને ૫૦–૬૦ વર્ષ પાક ઉતર્યા કરે છે.

નાળીએરીનો ઉપયોગઃ—થડ બહારથી કઠણ અને ગોળ પોલવાળાં હોવાથી મજબૂત હોય છે તેથી નાળિએરીની પેદાશવાળા પ્રદેશોમાં એના મોભ, પાટડીઓ અને કુંભીઓ બનાવે છે, આખાં થડ વહેરી પાણી જવાની પરનાળો અને વાસણ ગોઠવવાનાં પાણીઆરાં બનાવવામાં આવે છે. **પાંદડાં** છાજમાં (નળીઆંને બદલે), છત્રીઓ તરિકે વાપરવામાં અને સાવરણીઓ કરવામાં વપરાય છે. **નાળીએર** ઉપરનાં છોડાં છુટી રેસા સાફ કરી **કાથી–કાથો** બનાવવામાં આવે છે. છુંધા વગરનું છોડું ઘંટીમાંનો લોટ એકઠો કરવામાં વપરાય છે. કાથીનાં મેરડાં, દોરી, મેર, સીકાં, જાળી અને જમીન ઉપર પાથરવાનાં કાથીઆં બને છે. કાથીના રેસા વધુ સુંવાળા થતાં ગાદી તકીઆમાં રૂને બદલે ખપ લાગે છે. લીલાં કાચાં નાળીએરનું **પાણી** પીતાં ઉનાળામાં તૃષા શાંત થાય છે અને મધુર પીણું મળે છે. લીલાં અને સૂકાં **કોપરાં** મનુષ્યોના ખોરાકમાં તેમ થોડાં દુઝણાં જાનવરોના ખોરાકમાં વપરાય છે. શાક, ચટણી, કોપરાપાકમાં લીલું અને સૂકું કોપરૂ વપરાય છે. **કોપરાનું તેલ—કોપરેલ** (કોપરા તેલ) ખાવામાં, દીવે બાળવામાં, તળવામાં, શરીર અને માથે ઘસવામાં, મીણ, સાબુ અને બનાવટી માખણ બનાવવામાં વપરાય છે. **કાચલી**ના હુક્કા, ગુંદર ઓગાળવાના ડોયા, મસાલો, તપખીર વગેરે ભરવાનાં વાસણ, ચિત્રેલા પ્યાલા, તાસક અને બટન બને છે. કાચલી બળતાં નીકળતું એકઠું કરેલું તેલ દાદર વગેરેનું ઔષધ છે. કાચલીના કોલસા દંતમંજનમાં અને ગ્યાસ (કોલ ગ્યાસ) બનાવવામાં બહુ ઉપયોગી ગણાય છે. **મંજરીનું** આચ્છાદન દીવા રૂપે બળે છે તેથી દીવાને બદલે ગરીબો વાપરે છે. **નીરો** અને **તાડી** પીવામાં વપરાય છે અને એને પીનારા

નિર્દોષ અને ગુણકારી પીણું ગણે છે. તાડીનો સરકો, ગોળ, ખાંડ અને પીવાનો દારૂ બને છે. ખરેખર **નાળીએરી** એ **ગરીબ અને શ્રીમંત બન્નેને અતિ ઉપયોગી થઈ પડતી કલ્પવૃક્ષ રૂપ વનસ્પતિ છે.**

નાળીએરીના પાકનાં સ્થળ (પ્રદેશ):—એ ઝાડ ગરમ પ્રદેશોમાં દરિયા નજીકની રેતાળ જમીનમાં સારા થાય છે. **કોકણમાં, મલબારમાં, બંગાળામાં, લક્ષદ્વીપમાં, માલદ્વીપમાં, સીલોનમાં** અને **અંદામાનમાં** મુખ્ય ઉત્પત્તિ છે.

બાવળ.

બાવળ થવાના પ્રદેશ:—દુનિયાના સૂકી હવાવાળા ગરમ પ્રદેશમા સર્વત્ર બાવળ થાય છે. હિંદમાં **ગુજરાતમાં, સિંધમાં, રજપૂતાનામાં, કચ્છમાં, દક્ષિણહિંદમાં** અને **સિલોનમાં** એની મોટી પેદાશ છે. જંગલોવાળા પૂર્વ ગુજરાતના પ્રદેશમાં બાવળ બહુ થતા નથી.

બાવળના ઝાડનું વર્ણન:—મૂળ (બાવળ દ્વિદળ વનસ્પતિ હોવાથી) લાંબા અને જાડાં હોય છે.

થડ:—જાડાં, ટુંકા, ઠાંળાં અને ડાળીઓવાળાં હોય છે. છાલ ખડબચડી અને ભુરા. રંગની હોય છે. ડાળીઓ ઉપર મોટી અને અણીદાર ધોળા રંગની પુષ્કળ શૂળો હોય છે. થડ અંદરથી ગાબા વગરનાં હોવાથી બહુ કઠણ હોય છે. સૂકાતા છાલ ઉપરનું લાકડું કાળું પડી જાય છે.

પાંદડાં:—નાનાં, લાંબાં, સાંકડાં અને ઘણા વિભાગવાળાં હોય છે. પાંદડાં બારે માસ રહે છે અને ક્વચિતજ ખરી પડે છે.

ફૂલ:—પીળા રંગનાં હોય છે.

ફળ—શીંગો કે પરડા કહેવાય છે. પરડા લાંબા, ચપટા ૩–૪ કે ૫ બીજવાળા હોય છે. કેટલીક જાતના બાવળના પરડા ચપટા નહિ પણ સહજ લંબગોળ હોય છે.

ગુંદર:—કેટલાક બાવળની છાલમાંથી રસ ઝરપી હવાથી ચીકણો અને કઠણુ થઇ ઝાડના થડ ઉપર ઠરી જાય છે તે **ગુંદર** કહેવાય છે. ગુંદર એ રસ નહિ પણુ રસમાંનો મળ છે.

બાવળનો ઉપયોગ:—થડ અને ડાળાનુ લાકડું કઠણુ અને ગાંઠાવાળુ હોવાથી બાળવામાં ઉત્તમ છે. બાવળનાં લાકડાંના **કોલસા** બાળવામા ઉત્તમ છે તેથી સોની અને લુહાર લોકો વધુ વાપરે છે. બળતણુ તરિકે બાવળનાં લાકડાં બહુ વપરાય છે. થડના લાકડા ખેતીનાં ઓજારમાં અને ગાડા ગાડી-નાં પૈડાં કરવામાં ઘણા વપરાય છે. **છાલ** ચામડાં પકવવામા અને રંગમાં ઉપયોગી થઇ પડે છે તેથી જથાબંધ ભેગી કરવામાં આવે છે. પાંદડાં મુખમાં રાખતાં થયેલી ગરમી મટાડે છે. કુમળા **પરડાનુ** ગરીબો અથાણું કરે છે. લીલા પરડા બકરાં, ઘેટાં અને દુઝણી ગાયો ભેસોને આપે છે; કારણુ કે પરડાથી દૂધ ઘી વધે છે. **ગુંદર** ગરીબો ઉઝરડી એકઠો કરી બજારમાં વેચે છે તેથી તેમનું ગુજરાન ચાલે છે. ગુંદર કાગળ ચોટાડવામાં, કપડાં રંગવામાં, ઔષધો અને શક્તિ વધારવા માટે ખાવામાં વપરાય છે. રસ્તા ઉપર ઓછા વરસાદવાળા પ્રદેશમાં છાયા માટે એ ઝાડ ઉછેરતાં **છાયા** આપે છે.

બાવળ વાવવાની રીત:—બી વાવવાથી ચોમાસામા બાવળના છોડ ઉગે છે પણ પરડા બકરાંને ખવરાવતાં તેમના પેટમાં બી આખાં રહે છે તે લીંડી-ઓમાં નીકળી જાય છે. એ લીંડીઓ જમીનમાં નાંખતાં જલદી ઉગી નીકળે છે. છૂટા છોડ રાખવાથી અને થડ સાફ કર્યા કરવાથી ઝાડ ઉચાં અને જાડાં થડવાળાં થાય છે.

-

સાગ.

સાગ થવાના પ્રદેશ:—હિંદ પ્રદેશ સાગની ઉત્પત્તિનું મુખ્ય સ્થળ છે. હિંદી **શહેનશાહતના**—હિંદી મહારાજ્યના વધુ વરસાદવાળા **બર્મા** (બ્રહ્મદેશ), **મલબાર, કોકણ, પૂર્વે ગુજરાત** અને **મધ્યપ્રાંતના ઘાટ પ્રદેશમાં** સાગની મુખ્ય પેદાશ છે. ઉતર ૨૫° (પચીસ અક્ષાંશ) સુધીના પ્રદેશમાં

હિંદમા પેદા થાય છે. હિંદી ચીનના દ્વીપકલ્પના જાવા વગેરે પ્રદેશમાં પણ એ ઝાડ થાય છે. સાગ ગરમ પ્રદેશમાં થતા નથી; કેમકે એને ગરમ હવાની સાથે ભેજાળ અને ૩૦૦૦ ફીટ સુધીની ઉચી જમીન જોઇએ છે અને તેથી જ દુનિયાના બધા ગરમ પદેશમાં એ વૃક્ષ થઇ શકનાં નથી.

સાગ વાવવાની રીતઃ—સાગનાં બીજ ઉપર બહુ કઠણ છોડાનું પડ હોવાથી જમીનમાં રહેતાં પણ ભીંજાતાં બહુ વખત લાગે છે તેથી કેટલાંક બી ઉગતાં નથી અને ઘણાંખરાં બે ત્રણ વરસે ઉગે છે. જંગલોમાં બી ઝાડ ઉપરથી પડી આમ થોડાં થોડાં ઉગે છે. દવ લાગતાં વારંવાર ઘણાંખરાં બી બળી જાય છે તેથી છોડ થોડાજ ઉગે છે.

સાગના ઝાડનું વર્ણનઃ—દ્વિદળ વનસ્પતિ છતાં સાગનાં થડ ૧૦૦–૧૫૦ ફીટ ઉચાં વધે છે. થડ સીધાં હોય છે અને સારાં ઝાડ થતાં ૮૦–૯૦ ફીટ સુધી ડાળીઓ ફુટતી નથી. થડનો ઘેર ૦ા થી ૨૦ ફીટ સુધીનો હોય છે. થડ ૧૫–૨૦ વર્ષમાં બરાબર વધે તો ૬૦–૭૦ ફીટ ઉચું વધી જાય છે અને ૭૫ વર્ષે ઘણું પાકટ (થડ) બની જાય છે. છાલ ભુરી અને એક આંગળ જાડી હોય છે. છાલ પાસેનુ થડનું બહારનુ કાચું લાકડું ધોળાશ પડતું પોચું હોય છે પણ અંદરનું લાકડું સોનેરી પીળા રંગનું, કઠણ અને સારી વાસવાળું હોય છે. થડ કાપી સૂકવતાં આ સોનેરી પીળો રંગ બદામી રંગમાં બદલાઈ જાય છે અને લાકડામાં કાળા ચટાપટા પડે છે.

પાંદડાંઃ—સાગનાં પાન ૧–૨ ફીટ લાંબાં, ૦ા–૧ ફુટ પહોળાં, ટોચે અણીવાળાં, તંબાકુનાં પાન જેવાં પણ ખડબચડાં અને કઠણ હોય છે. પાન (જાનેવારીથી માર્ચ સુધીમાં) શિયાળામાં દાંડી સાથે ખરી પડે છે અને ઉનાળો પુરો થતા પહેલા વરસાદે કુંપળો ફુટવા માંડે છે.

[1] **ફુલઃ**—જુલાઈ ઓગસ્ટમાં ડાળીઓને છેડે નાનાં ધોળાં ફુલના ઝુમખા આવે છે.

જાવામાં વરસાદની ઋતુ જૂદી છે તેથી પાનની, ફૂલની અને ફળની મોસમ પણ જૂદી હોય છે.

ફળઃ—ફેબ્રુઆરીમાં ફળ પાકે છે. ફળમા બી બહુ હોય છે.

સાગનો ઉપયોગઃ—લાકડું થડમાં ગાંઠ કમી તેમ સારૂ ગણાય છે અને બીલકુલ ગાંઠ વગરનુ ઉત્તમ ગણાય છે. ગાંઠવાળો ભાગ ભમરો કહેવાય છે. ભમરામાં રેસા આછા અને તૂટક હોય છે તેથી ગાંઠવાળો ભાગ બરડ (ભાગી જાય તેવો) હોય છે તેથી ગાંઠવાળું લાકડું ટકતું નથી. વળી થડ વધુ જાડાં અને વધુ પાકટ હોય તેમ લાકડુ ઉત્તમ ગણાય છે. સાગમં તેલી અંશ હોવાથી પાણીમાં સડતું નથી, ભેજથી બહુ ફુલતું નથી કે એને ઉધાઈ વળગતી નથી. ટકાઉપણાથી ૧૫૦૦ વર્ષ સુધી લાકડું સારૂં રહે છે. સીસમ સિવાય સર્વ ઇમારતી લાકડામાં સાગ વધુ કિંમતી છે. લાકડુ અતિ ઉપયોગી હોવાથી જંગલની વનસ્પતિમા સાગ એ રાજારુપ છે. અને જંગલ ખાતાને તેની મોટી પેદાશ છે અને તેથીજ ઇ. સ. ૧૮૫૬ થી આ ઝાડનો કબજો રાજ્યે પોતાના હાથમા લીધો છે એટલે કે ખેડુત પોતાના ખેતરમાં ઉછરેલુ સાગનુ ઝાડ રાજ્યની પરવાનગી વગર કાપી શકતો નથી. ટકાઉમાં અને બીજા ગુણોમા બર્મન અને મલબારી સાગ દુનિયામા સર્વથી ઉત્તમ ગણાય છે. તેથી ઉતરતો પણ સારો સાગ ડાંગના મૂલકનો અને કોકણનો છે. ગુજરાતનો સાગ ગાંઠવાળો, પાતળો અને કાચો હોય છે તેથી ઉતરતો ગણાય છે. સાગનુ લાકડુ ઇમારતોમાં, ફરનીચરમા, વહાણો અને હોડીઓ બાંધવામા, રેલવેના સ્લીપરોમા બહુ વપરાય છે. એકલા હિંદમાજ દર વર્ષે ૫ લાખ ટન લાકડુ વપરાય છે. તદ્દન હલકો સાગ બાળવામાં પણ જથાબંધ વપરાય છે. લાકડા ઉકાળી કાઢેલુ તેલ બર્માંમા ઓષધમાં વપરાય છે. તેલનો રોગાન બનાવવામા પણ ઉપયોગ થાય છે. જગલવાળા પ્રદેશોમાં **પાંદડાં** અનાજના પાલામાં અને કોઠારમાં અસ્તર કરવામાં વપરાય છે. ગરીબો છાપરા ઉપર એનું છાજ બનાવે છે. પાંદડાંમાંથી નીકળતા રગવડે પૂર્વે સૂતર રગવામાં આવતું હતું. **પાકાં ફળ** ગરીબો ખાય છે.

૧૬.

વડ ઉછેરવાની રીતઃ—વડના રાતા ટેટામાં ખસખસ જેવાં ઝીણાં ઝીણાં અસંખ્ય બીજ હોય છે. પક્ષીઓ એ ટેટા ખાય છે એટલે બીજ તેમના પેટમાં જઈ હગારમાં જેવાં ને તેવા નીકળી જાય છે. આ હગાર જમીનપર પડતાં ચોમાસામા બીજ ઉગી વડના છોડ થાય છે. આ રીતે બીમાંથી ઉગેલાં ઝાડ મોટાં થવાને બહુ વર્ષ જતાં રહે છે તેથી વડનાં ડાળ કાપી ચોમાસામા જમીનમા રોપી ઉછેરવામા આવે છે.

વડના ઝાડનું વર્ણનઃ—મૂળ ઘણા ઉંડા ઉતરે છે અને જાડાં હોય છે. થડ ઠુંકું, જાડું, ખાડા ટેકરાવાળુ અને અનેક ડાળા ડાળીઓવાળું હોય છે. ડાળાંમાથી લાબી વેલા જેવી દોરીઓ ફુટી નીચે લટકે છે તે [1]**વડવાઇઓ** કહેવાય છે. વડવાઇઓ હવામાં અદ્ધર રહી વધે છે અને કેશ ફુટીને તેમ છેડેથી વધીને લાબાં થતી જાય છે. વડવાઇઓ લાંબી થતી જાય છે તેમ તેમ પોપાદા જાડી થતી જાય છે. વડવાઈ ઉપર થડના જેવી (છિદ્રાળુ) સૂક્ષ્મ ત્વચા હોય છે. આ ત્વચાના છિદ્રમાર્ગે હવામાંનો ભેજ શોષાય છે. વડવાઇ જમીન સુધી પહોંચતા જમીનમા ચોટે છે અને મૂળરૂપ ફાટા અંદર ઉતરી વડવાઇનુ થડ બની જાય છે અને જમીનમા રસ ખેંચી ઝાડનું પોષણ કરવા માંડે છે. કેટલીકવાર ઝાડનુ મૂળ થડ નાશ પામે છે તોપણ વડવાઇઓનાં થડથી ઝાડ ટકી રહે છે. ઘણી વડવાઇઓના થડ સાથે સાથે જોડાઈ એક જબરૂં થડ પણ બની જાય છે. કેટલીક વાર મૂળ થડ નાશ પામતાં વડવાઇઓના થડનાં એકને બદલે ઘણાં ઝાડ થઇ જાય છે. થડ અને ડાળાં ડાળીઓમાં **રસવાહિની**ઓ (દૂધની શિરાઓ—દૂધની ધમનીઓ) અનેક શાખાઓથી જોડાયેલી હોય છે. આ રસ બહાર કાઢતાં હવાના સ્પર્શથી દૂધ જેવો ધોળો અને ચીકણો બની જાય છે. આ રીતે વડ દૂધ વર્ગનું ઝાડ હોવાથી એનું સૂકું લાકડું પોચું અને બરડ પણ લીલું લાકડું કુચો કરી શકાય તેવું ચીકણું હોય છે. લાકડા કરતાં વડવાઇમાં ચીકાશ વધુ હોય છે.

---

૧. વડવાઇથી આ ઝાડ વધતું હોવાથી અપભ્રંશ શબ્દ વડ છે.

પાનઃ—જાડાં, ટુંકાં, ખડબચડાં અને સહજ લંબગોળ હોય છે. વળી તે આડી અવળી શિરાઓથી જાળીદાર બનેલાં હોય છે અને ડાળી ઉપર છેટે છેટે ફુટેછે.
વડનો ઉપયોગઃ—સાગના કરતાં વડનું ઝાડ ચોતરફ વધુ ફેલાય છે અને ઘટાદાર થાય છે; વળી બીજાં ઝાડ કરતાં પાણી પાવાની અને ઉછેરવાની બીજી મહેનત થોડી હોય છે તેથી શોભા અને છાયા માટે ખાસ કરી આ ઝાડ પસંદ કરવામાં આવે છે અને રસ્તા ઉપર તેમ ગામના પાદરમાં રોપવામાં આવે છે. તુળસીનાં પાનમાંથી ઓઝોક (ઑક્સિજન કરતાં પણ વધુ શુદ્ધ) વાયુ નીકળતાં આજુબાજુની હવા શુદ્ધ થાય છે તેમ વડનાં ઝાડોથી હવા શુદ્ધ થાય છે એમ મનાય છે. વડનું સૂકું લાકડું પોચું હોવાથી બાળવામાં સારૂ નથી અને ઇમારત કે ઓજારોમાં વપરાતું નથી. હોમ–યજ્ઞમાં એના લાકડાની સમિધ (અગ્નિ પ્રગટ કરવાની લાકડીઓ) બનાવવામાં આવે છે. વડનાં પાદડાં હાથીનો ખોરાક છે અને તાજી પત્રાળી બનાવવામાં પણ વપરાય છે. પીપળા અને તુળસીની પેઠે હિંદુઓ વડને છાયા વગેરેના વિચારે પવિત્ર ગણે છે.

કબીર વડઃ—નર્મદા નદીના ભરૂચની પૂર્વના શુકલતિર્થ પાસેના બાઠામાં એ વડ આવેલો છે. **કબીર સાધુએ**–કબીર ભગતે વડનું દાતણ કરી કુચો રોપવાથી આ વડ થયો છે એમ દંતકથા ચાલે છે. કબીર ભગતે આ વડ તળે મુકામ રાખવાથી પણ એ નામ પડયુ હોય એમ મનાય છે. કબીર વડના મુખ્ય થડનાં ડાળાની ૩૦૦–૪૦૦ વડવાઇઓ જમીનમાં ચોંટી ૩૦૦–૪૦૦ મોટા ઝાડનુ એક મુખ્ય ઝાડ થયુ છે. વળી આ ૩૦૦–૪૦૦ થડનાં ડાળાં વધી વડવાઇઓ નીકળી ૩૦૦૦–૪૦૦૦ બીજા થડ થઇ એકંદર એક રાક્ષસી કદનુ ઝાડ બની ગયુ છે. કબીર ભગત અને નર્મદા નદીના સંબંધથી આ મહા કદાવર વૃક્ષ પવિત્ર તરીકે પૂજાય છે. એની ઘટાની છાયામાં ૧૫૦૦૦ માણસો સુખથી બેસી શકે છે.

નિશાળનો બાગ.

બાળકોના જીજ્ઞાસા અને માબાપ:—મનુષ્ય માત્ર જીજ્ઞાસુ હોય છે અને બાળકોમાં એ જીજ્ઞાસા વિશેષ હોય છે તેથી નવી વસ્તુ જોતાં નિહાળે છે—તપાસીને જુએ છે, કોણે બનાવી, શી રીતે બનાવી, શા માટે બનાવી, એમ વિવિધ પશ્ન કરે છે, અને પ્રશ્નથી ઉત્તર મેળવી જીજ્ઞાસા તૃપ્ત કરી જ્ઞાન સંપાદન કરવા ઇચ્છે છે. જીજ્ઞાસાની લાગણી સમજનારાં માબાપો બાળકોની જીજ્ઞાસા તૃપ્ત કરવા પ્રયત્ન કરે છે; પણ અજ્ઞાનો કંટાળી તેમને ધમકાવી પ્રશ્ન કરતાં અટકાવે છે એથી બાળકોની જ્ઞાન મેળવવાની હોંસ મંદ પડી જાય છે અને નવીન નવીન જ્ઞાન થતું અટકી પડે છે. સમજુ માબાપો છોકરાંને સાથે ફરવા તેડી જઈ નવીન વસ્તુઓ જોવરાવી જીજ્ઞાસા વધારી જ્ઞાન આપવા પ્રયત્ન કરે છે.

વિદ્યાર્થીઓની જીજ્ઞાસા અને શિક્ષક:—શાળામાં વિદ્યાર્થીઓ જરા મોટી ઉમરે શિક્ષકના સંબંધમાં આવે છે છતાં થોડા પણ જીજ્ઞાસુ હોય છે. શાળામાં ૨૪ કલાક પૈકી શિક્ષકનો સંબંધ ૪–૫ કલાકનો હોય છે, છતા સંગ્રહસ્થાનની ગોઠવણ હોય તો નહિ જોયેલી ચીજો બતાવી શિક્ષક બાળકોને જીજ્ઞાસુ કરવાને પ્રશ્ન કરે તો જીજ્ઞાસુ કરી શકે અને એ રીતે ટેવ પડતાં પ્રશ્ન કરતાં શિખી શકે અને કરેલા પ્રશ્નનો ઉત્તર આપી જ્ઞાન આપવાનુ બની શકે એટલે આમ કરવાથી અવલોકન કરવાની ટેવ પાડી બુદ્ધિ ખીલવી શકાય છે.

શાળાના બાગથી લાભ:—શાળામા નાના બગીચાની ગોઠવણી કરી આપવામાં આવે તો વિવિધ પ્રકારના છોડ, ઝાડ અને વેલાઓનુ બાળકોને અવલોકન કરાવી શકાય. ઝાડનાં મૂળ, થડ, પાદડાં, ફૂલ અને ફળના તરેહવાર ઘાટ બનાવી શકાય. લાંબાં, ટુંકાં, જાડાં, સીધાં, આડાં વગેરે મૂળનો ઘાટ અને તફાવત બતાવી શકાય. કેટલાક છોડના થડ જાડાં, કેટલાકન ગાંઠાવાળાં, કેટલાકનાં ડાળાં ડાળીવાળાં, કેટલાકનાં મજબૂત, કેટલાકનાં આધાર વગર ટટાર રહી ન શકે એવાં હોય છે એ તફાવત જોવરાવ

શકાય. પાંદડાંના આકારમાં અને બંધારણમાં રહેલો તફાવત, ફૂલ, ફળની રચના, ફળની ઉત્પત્તિ વગેરે પ્રત્યક્ષ બતાવી શકાય. વનસ્પતિ બીમાંથી અને કલમથી કેવી રીતે ઉગે છે, થડ ઉપર અને મૂળ નીચે કેવી રીતે જાય છે, બન્ને કેવી રીતે વધે છે એ નિત્યના અવલોકનથી સમજાવી શકાય. આકાર, રચના કે ઉપયોગ પ્રમાણે વિવિધ પ્રકારના વર્ગો કરતાં શિખવી શકાય. સાથે સાથે જમીન, ખાતર, પાણીની અનુકૂળતા કરવાની તથા બી અને કલમો રોપવાની રીત, અનુકૂળ અને પ્રતિકૂળ મોસમની સમજ, રોગ અને જંતુની સમજ, ઇયળમાંથી પતંગીઆં બનવાની સમજ, વગેરે પ્રત્યક્ષ બતાવી શકાય. આ સર્વ જ્ઞાન આપવા માટે નથી પણ અવલોકન શક્તિ કેળવવા અને કારણો શોધવાની બુદ્ધિ ખીલવવાને માટે છે. છોકરાંના મગજમાં જૂદી જૂદી હકિકતો ભરવાની નથી પણ વિચારશક્તિ ખીલવવાની છે, પદાર્થના તફાવત જોતાં જીજ્ઞાસા ઉશ્કેરાય છે, શક્તિ તીક્ષ્ણ થાય છે, પ્રશ્ન કરવાની ટેવ પડે છે તેથી અવલોકન દ્વારા જીજ્ઞાસા તૃપ્ત કરતાં શિખવી શકાય છે.

રેશમનો કીડો.

એ કીડાનો વર્ગઃ–ભમરો, માખી, મધમાખી, ખપરડી, તીડ, ભમરી વગેરે **ખટ્‌પદી** (છ પગવાળાં) જંતુમા આ જંતુનો સમાવેશ થાય છે. આ વર્ગનાં જંતુઓને એકજ જીવનમા ત્રણ અવસ્થા પ્રાપ્ત થાય છે અને ત્રણે અવસ્થામાં શરીરના બંધારણમાં ફેર પડી જાય છે તેથી આ ***ત્રીજન્મા જંતુ** કહેવાય છે.

કીડાની પ્રથમાવસ્થાઃ–રેશમના કીડાનુ પતંગિઉ (માદા પતંગિઉ–કસારી) શેતુરના ઝાડનાં પાનડાં ઉપર ૪૦૦–૫૦૦ ઇંડા મૂકી (કેટલેક દિવસે) મરી જાય છે. ઇંડા રાઇના દાણા જેવડાં પીળા રંગનાં હોય છે. ઇંડાં ફૂટયા પહેલાંજ કસારી મરી જાય છે કે દૂર થાય છે તેથી તેને દૂધ હોતું નથી કે તેનામાં ઇંડાં સેવવાની બુદ્ધિ હોતી નથી પણ બચ્ચું થતાં ખાવા યોગ્ય

* ત્રણને બદલે કેટલાક ૪ અવસ્થા ગણે છે. (૧) ઇંડાની અવસ્થા, (૨) ઇયળ અવસ્થા, (૩) ઉંઘણસી અવસ્થા, (૪) છેલ્લી અવસ્થા.

ભાવતા ખોરાક પર ઇંડાં મૂકવાની સમજ હોય છે તેથી શેતુરનાં (કે તેને મળતા ઝાડનાં દાવેલા, બોરડી વગેરેનાં) પાન ઉપરજ ઇંડાં મૂક્યા કરે છે. ઇંડાં ગરમીથી સેવાઈ કાળાશ પડતી ઇયળ નીકળે છે તે રેશમનો કીડો છે. (ઇયળ) કીડો શરીરે લાંબો, સુંવાળા (કોમળ) ચામડીવાળો અને વિંટીના જેવા આકારનો હોય છે. ટુંકા પગ ૧૬, આંખ ૧૨ અને દાંતની બે હાર (મજબૂત જડબાં) હોય છે. **આ પ્રથમાવસ્થા છે.** આ કીડો બહુ ખાઉધરો (અકરાંતીઓ) હોય છે. એને શેતુરનાં પાંદડાં બહુ ભાવે છે, માફક આવે છે ને તેના વડે સારો પોષાય છે. એ ઇંડાંમાંથી નીકળતાંજ ખાવા વળગી પડે છે અને ખાધા કરે છે. એના મુખની નીચે પેટની કોથળીમા ખોરાકથી પારદર્શક ચીકણો પદાર્થ ઉત્પન્ન થાય છે. હવાની ટંડકથી રક્ષણ કરવા લૂગડાંપર ઇંડાં મૂકાવી ઇયળ થતાં ડાલીઓમાં તાજાં પાંદડાં મૂકી ખોરાક પૂરો પાડી કીડા પુષ્ટ કરવામાં આવે છે. કીડા અવસ્થા છ સાત અઠવાડીઆં રહે છે તેટલામાં ચાર પાંચ વખત તેના શરીરની ચામડી ખરી પડે છે.

કીડાની બીજી અવસ્થાઃ–કીડો બરાબર પોષાઈ રહેતાં કોથળીમાંનાં બે છિદ્રમાથી લાલ ચીકણો પદાર્થ કાઢી લાંબો અખંડ તાર બનાવે છે. હવાના સ્પર્શથી ચીકણી લાળ કઠણ થતાં બારીક તાર નીકળી શકે છે. તાતણો શરીરપર લપેટી શરીરની ચોતરફ જાળ ગુંથી દડા (ઇંડા જેવું પીળા રંગનુ લબંજાળ ઘર યા–કોશેટો) બનાવી સુંવાળી શય્યામાં નિરાતે ૩ અઠવાડીઆં ઉંઘે છે. **આ ઉંઘણસી (સુષુપ્તી) પાંગળી અવસ્થા છે.** આ અવસ્થા થવાની હોય એટલે કીડો ખાતો બંધ પડે છે અને કોશેટામા પણ ખાવાનુ બંધ હોય છે. આ અવસ્થામાં બીજાની પીડાથી નાશી છૂટવા પૂરતી શક્તિ શરીરમાં નહિ હોવાથી એકાંતવાસ બનાવી સંતાઇ જાય છે. આપણને આંખે જોતાં કીડો મરી ગયેલો હોય એમ જણાય છે પણ ખરી રીતે તે મરી ગયેલો હોતો નથી. આ અવસ્થામાં તેના શરીરનું રૂપાંતર થાય છે. ટુંકા ૧૬ પગ ખરી પડી ૭ લાંબા પગ ઉગે છે, દાંતને બદલે સુંઢ (મુખ) થાય છે, ૧૨ આંખને બદલે બે મોટી આંખ અને માથાપર બે લાંબી મૂછ બને

છે, શરીરની લંબાઈ મટી માથું, છાતી અને પેટ એમ ૩ ભાગ બને છે, ચાર બીડાયેલી ને ઢંકાયેલી પાંખ ઉગવા માંડે છે.

કીડાની ત્રીજી અવસ્થાઃ—બીજી અવસ્થા પૂરી થતાં જોર આવવા માંડે છે તેથી તે ઘર કાપી બહાર પડે છે એટલે બીનાં શરીર, પાંખ, પીઠ વગેરે પવનથી કઠણ થાય છે, પાંખો ઉઘડે છે અને કસારી નાચતી કૂદતી ઉડી જાય છે. સાધારણ પતંગીઆ કરતાં આ કસારીની પાંખો નાની અને શરીર ભરાવદાર બેઠા ઘાટનું હોય છે. શરીરનું રૂપ ઇયળથી તદ્દન જૂદું છતા શરીર જૂદું હોતું નથી યા એ જૂદો જંતુ નથી પણ ઇયળનું બદલાયેલુ (રૂપાંતર થયેલું) પાકુ સ્વરૂપ છે. કીડાને જીવન અવસ્થામાં જૂદુ જૂદુ કામ કરવું પડે છે તેથી કામને અનુકૂળ શરીર હોવાની જરૂર પડે છે તેથી આમ રૂપાંતર થાય છે. આ અવસ્થામાં નર, માદા અને નપુસક ૩ જાતિની કસારી થાય છે. માદા થોડાજ દિવસમા ગર્ભવતી થઇ ઇંડાં મૂકી મરી જાય છે. આ કસારી અવસ્થા પ્રાપ્ત થતા પહેલાં ઉંઘણસી અવસ્થાવાળા કોશેટા વરાળ કે ગરમ પાણીથી ઉકાળવામાં આવે છે ત્યારે પ્રાણ. મરી જાય છે પણ નવીન ઇંડાં મૂકાવવા કેટલાક કોશેટા રાખી મુકવામાં આવે છે. તેમની આ અવસ્થા થઈ (કસારી થઇ) ઇંડા મૂકી મરી જાય છે.

કીડાનો ઉપયોગઃ—આ બેડોળ અને હલકી જાતિનુ ક્ષુદ્ર જંતુ છતાં સંભાળ પૂર્વક તજવીજ રાખતા સુંદર કિંમતી રેશમ બનાવી આપે છે. કેમકે કોશેટાનો તાંતણો ઉકેલતાં કાચું રેશમ ભેગું થાય છે. કોઠી, બોરડી અને એરંડાનાં પાન ખાઇને આજ વર્ગના મળતા કીડા કોશેટા બનાવે છે. એ કોશેટા પણ હલકી જાતનું રેશમ છે. મધ્ય પ્રાંતનાં જંગલોમાં બોરડી વગેરેના જંગલી કોશેટામાંથી નાસાસિલ્ક નામનુ રેશમ ભેગું કરવામાં આવે છે.

— —

ઇંડું.

ઇંડાં મુકનાર પ્રાણીઃ—કીડી, મંકોડી, ઉધાઇ, ખપરડી, પતંગીઆં, કસારી વગેરે જંતુઓ, માછલાં, મગર, દેડકાં, સાપ, ગરોળી, (ચામાચેડીઉ, વર

.ાગળાં સિવાયનાં) તમામ પક્ષી (પાંખવાળાં પ્રાણીઓ) ઇંડાં મૂકે છે.

ઇંડાંનું વર્ણન:–જંતુનાં ઇંડાં બહુ નાનાં હોય છે. પક્ષીઓમાં પણ કેટલાંકનાં ઇંડા નાનાં અને કેટલાંકનાં બહુ મોટાં હોય છે. આફ્રિકામાં થતું શાહમૃગ પક્ષીનુ ઇંડુ મરઘીના ઇંડા કરતાં ૨૦–૨૫ ગણું મોટું હોય છે. મોરનું ઇંડુ પણ મરઘીના ઇંડા કરતાં ૧૦–૧૨ ગણું મોટું હોય છે. સામાન્ય રીતે પક્ષીઓના (બહુ કરી નાનાં) ઇંડાં લંબગોળ હોય છે. કેટલીક જાતનાં ઇંડાંપર જૂદા જૂદા રંગનાં ધાબાં (ડાઘા–ચાઠાં) હોય છે. મરઘીનાં ઇંડાં આકારમાં લંબગોળ પણ એક છેડા કરતા બીજે છેડે પહોળાં અને રંગે રતાશ પડતાં ધોળાં હોય છે.

ઇંડાંના ભાગ:–ઇંડામાં (૧) બહારનુ **કોટલુ**, (૨) કોટલાની અંદરની **ત્વચા**. (૩) **સફેદી**, (૪) **દાળ (જરદી)** અને (૫) **ગર્ભ** એમ ૫ ભાગ હોય છે.

૧ કોટલું:–ઇંડાંની ચોમેરનુ સુંવાળું ઘટ્ટ પડ કોટલું કહેવાય છે. કોટલાપર નાના પારદર્શક ડાઘા (બારીક છિદ્રો) હોય છે. આ છિદ્રો વાટે અંદરના ગર્ભને હવા મળે છે. કોટલાપર રોગાન કે ગુંદર ચોપડી છિદ્રો બંધ કરતાં ગર્ભ હવા ન મળવાથી મરી જાય છે.

૨ ત્વચા:—કોટલાની અંદર ત્વચા હોય છે. ઇંડાના પહોળા ભાગ તરફની ત્વચાના પોલમાં હવા રહે છે.

૩ સફેદી:—ત્વચાની અંદર પાતળો સફેદ ભાગ હોય છે તે સફેદી છે. ઇંડું બાફતાં એ ધોળો ભાગ ઘાડો (જાડો) થઈ અપારદર્શક અને પોચો બને છે તે સફેદી કહેવાય છે. ખાવા લાયક ઇંડાંમાં આ સફેદી એજ પૌષ્ટિક ખોરાક કહેવાય છે અને શક્તિવર્ધક તરીકે મનુષ્યો એનો ઉપયોગ કરે છે.

૪ દાળ (જરદી):–સફેદીમાં પીળો (જરદી રૂપ) રસ હોય છે તે ઇંડાની દાળ (જરદી) કહેવાય છે. દાળની દરેક બાજુએ સફેદીમાં સજ્જડ ચોટેલું –દાળને સજ્જડ રાખનારૂં ઇંડાનુ અંગ (ત્વચા) હોય છે તેથી ઇંડું ગમે તેમ આડુંઅવળું ફેરવતાં પણ દાળ સમતોલ રહે છે એટલે ગર્ભને ધક્કો લાગતો નથી. દાળની ચોમેર કોટલાની નીચે ત્વચા આવેલી છે. એ ત્વચામાં સોયની અણીથી છિદ્ર પાડતાં દાળ (જરદી) પ્રવાહી રૂપે નીકળે છે.

૫ ગર્ભઃ—દાળની ટોચે ત્વચાની અંદર નાનો ડાઘો (ડાઘ) હોય છે તે ગર્ભ છે. દાળ અને સફેદીથી ગર્ભ પોષાય છે. જેમ જેમ ગર્ભ પોષાઇ વધે છે તેમ તેમ આ ખોરાક (દાળ અને સફેદી) ઘટતો જાય છે. પૂરી વૃદ્ધિ થતાં તમામ દાળ અને સફેદી શોષાઇ (વપરાઇ) જાય છે અને બચ્ચું કોટલું ફોડી બહાર પડે છે.

મરઘીના ઇંડાંમાંથી બચ્ચું થવાની રીતઃ—મરઘી ૧૦–૧૫ ઇંડાં મૂકે છે અને તેના પર બેસી પોતાની ગરમી સ્પર્શથી આપી સેવે છે. ગરમીથી આજુબાજુ વિંટાયેલી લોહીની નસો અને શિરાઓવાળો ગર્ભ વધીને મોટો થાય છે. ૨ દિવસ ઇંડુ સેવાતાં માથું અને ધડ તૈયાર થાય છે, ૪ દિવસ સેવાતાં ડોક નીચે રાતો ડાઘ થઇ ધડકતું હૃદય બને છે. જરદીનો રસ નળી વાટે હૃદયમાં પેસી લોહીની નસોમાં થઇ ગર્ભમાં જાય છે. ૫—૬ દિવસમા માથું મોટું થાય છે અને પગ થવા માંડે છે અને દિવસો જતાં સફેદી દાળમાં શોષાઈ ગર્ભમાં જાય છે એટલે ગર્ભ વધવામા તદ્દન વપરાઇ જાય છે. બીજા અવયવો અને ઇંદ્રિયો તૈયાર જઈ દેખાય છે અને બચ્ચું હાલી ચાલી શકે એવું થાય છે એટલે ફરફર કરી ચાંચ વડે ત્વચા ચીરી હવા ભરાયેલી જગોમાં દાખલ થાય છે અને પછી કોટલું ભાગી બહાર નીકળે છે.

ગરમીથી ઇંડાં સેવાય છેઃ—જે ઇંડાં પક્ષીઓ કે તેની માદા સેવતી નથી તે સૂર્યની ગરમીથી સેવાય છે અને મરઘીનાં બચ્ચાની પેઠે ગર્ભ પોષાઇ બચ્ચું તૈયાર થાય છે; જેમકે મગરનાં, સર્પનાં વગેરે. કોયલનાં ઇંડાં કાગડી સેવે છે. ગરમીનાં યત્રોમાં મૂકી ઇંડાં (યુરોપમાં) સેવવાની રીત હાલ નીકળી છે.

માણસનાં નજીકનાં સગાં—વાંદરાં.

વાંદરાંની જાતિઃ—(૧) **લાંબી પૂછડીવાળાં વાંદરાં** અને (૨) **પૂછડી વગરનાં વાંદરાં** એ બે મુખ્ય જાતિ છે. લાંબી પૂછડી વાળાં વાંદરાંમાં ૩ જાતિ છે. (૧) ઝાંખા સફેદ વાળવાળાં **કાળા મુખનાં વાંદરાં,** (૨) આસ્માની વાળનાં **નીળવાંદરાં,** અને (૩) **લાલમુખવાળાં વાંદરાં–માંકડાં.** પૂછડી વગરનાં વાંદરાંની ૪ જાતિ છે. (૧) **ગોરીલો** વાંદરાં, (૨) **ઉરાંગ**

ઉરટાંગ (ઓરાગ ઓટાંગ) વાંદરાં, (૩) **ગીમ્બન** (ગીબન) વાંદરાં, અને (૪) **શીમ્પાન્ઝી વાંદરાં.**

લાંબી પૂછડીવાળાં વાંદરાંનું વર્ણન:—આ ત્રણે જાતિનાં (કાળા મુખવાળાં, લાલ મુખવાળાં અને નીળ) વાંદરાનાં **પૂછડાં** શરીર કરતાં લાંબાં હોવાથી ઉચ્ચાં કૂદી ઠેકડા મારે છે, ઠેકે છે અને વખતે ૨૦—૩૦ ફીટનું અંતર કૂદી જાય છે. આ વાંદરાના પાછલા **પગનાં** આંગળાં હાથના જેવાં હોય છે તેથી ચાર હાથે પકડી ઝડપથી છાપરાં કે ઝાડ ઉપર ચઢી જાય છે અને એક ઝાડ ઉપરથી બીજા ઝાડ ઉપર દોડી જાય છે. પગ હાથ જેવા હોવાથી ચાર હાથ વાળાં પ્રાણી કહેવાય છે. મનુષ્યની પેઠે પુઠ ઉપર બેસી શકે છે, પણ આધાર વગર ટટ્ટાર ઉભાં રહી શકતાં નથી. દાત મનુષ્યના જેવા અને મનુષ્યના જેટલાજ હોય છે. આખે શરીરે રૂઆં હોય છે, પણ મુખ ઉપર હોતાં નથી.

લાંબી પૂછડીવાળાં વાંદરાંનો સ્વભાવ:—આ વાંદરાંનો સ્વભાવ અટકચાળો છે. કાળાં મુખવાળાં વાંદરાં ખેતીવાડીને બહુ નુકસાન કરે છે. ત્રણે જાતિમાં નર વાંદરો **બુઢ** કહેવાય છે. નરનુ ટોળું જૂદું રહે છે અને વાંદરીઓના ટોળામાં નર નાયક હોય છે. ખોરાક શોધવા યુક્તિઓ કરે છે, શરીર સાફ રાખે છે, નાયક પદ મેળવવા અને કાયમ રાખવા તૈયાર રહે છે, અને રીસ ચઢતાં દાંત કકડાવે છે. અનુકરણ કરી શકે છે તેથી મદારીથી રમતો શીખે છે.

સ્થળ:—ગુજરાતમાં કાળા મુખવાળાં વાદરાં હોય છે, લાલ મુખના વાંદરા ગંગા કાંઠાના કેટલાક પ્રદેશમાં હોય છે અને નીળ વાંદરાં પૂર્વ જંગલોમાં રહે છે.

ગોરીલો વાંદરાં.

ગોરીલોનું વર્ણન:—આ વાંદરાં મનુષ્યને વધુ મળતાં આવે છે. આ કદાવર જાતિ છે પણ કદાવર મનુષ્ય કરતાં નીચાં હોય છે. પાછળના બે પગ મનુષ્યના પગ કરતાં ટુંકા અને મનુષ્યના પગની પેઠે અંગુઠો આંગળાંની સાથે હોતો નથી પણ એડીની બાજુમાંથી ફુટેલો અને લાંબો હોય છે તેથી પગનો ઘાટ હાથને મળતો હોય છે. આગળના પગ (**હાથ**) ઘુંટણ સુધી

પહોંચે એટલા લાંબા હોય છે. પાછળના પગ ઉપર પાંગળા મનુષ્યની પેઠે ટટાર ઉભું રહે છે પણ ચાર હાથે ઉભું રહેવાનું ઠીક પડે છે. **છાતી** અને **ખભા** પહોળા અને **પેટ** ફાંદાળું હોય છે. **આંખો** ઉંડી, **ખોપરી** નાની અને **તાળવું** ખાડાવાળું હોય છે, **નાક** ઉચ્ચું ઉપસેલું અને **જડબાં** ઢેકાવાળાં હોય છે. **મોં** પહોળું અને **હોઠ** બિલકુલ રતાશ વગરના હોય છે તેથી દેખાવ વિકરાળ લાગે છે. **વાળ** કાળી ચામડી ઉપર આસ્માની રંગના હોય છે પણ માથાપરના વાળ રતાશ પડતા હોય છે. છાતી પર વાળ હોતા નથી પણ ચહેરા ઉપર હોય છે. કાંડાથી કોણી સુધીના હાથ ઉપરના વાળ ઉપર વળેલા અને કોણીથી ખભા સુધીના હાથ ઉપરના (વાળ) નીચે વળેલા હોય છે. **દાંત** મનુષ્યના જેટલા હોય છે પણ રાક્ષસીઓ વધી જડબાંના ઢેકા નીકળી દેખાવ જાનવર જેવો થાય છે.

સ્વભાવઃ—પગ હાથને મળતા હોવાથી ચાર પગે ઝાડ ઉપર ચઢી શકે છે. એ જમીન ઉપર વસે છે છતાં ખોરાક શોધવા અને વરસાદથી બચવા ઝાડ ઉપર ચઢી જાય છે. નર અને માદા ભેગાં રહે છે અને ખોરાક માટે સ્થળ બદલે છે. પાંદડાં, શાક ભાજી અને ફળ ખાય છે. ગળપણ વધુ ભાવે છે તેમ માંસ મળે તો છોડતું નથી.

સ્થળઃ—બરમા, સિયામ, જાવા અને આફ્રિકાનાં જંગલોમાં રહે છે.

ઉરાંગ ઉટાંગ વાંદરાં.

વર્ણનઃ—ઉરાંગ ઉટાંગ=જંગલનું મનુષ્ય—જંગલી મનુષ્ય. દેખાવે શરીરે વાળ ઉગેલા વિકરાળ મનુષ્ય જેવું હોવાથી એ નામ પાડયુ છે. ઉરાંગ ગોરીલો જેવી કદાવર જાતિ છે પણ ૧૪ વર્ષના મનુષ્ય જેટલું ૪–૪ાા ફીટ ઉંચુ વધી શકે છે. **પગ** પાછલા ટુંકા અને આગળના **હાથ** ઢીંચણ સુધી પહોંચે એવા લાંબા હોય છે. પગનો અંગુઠો ગોરીલોની પેઠે એડી પાસે બાજુમાં ઉગેલો અને લાંબો હોય છે તેથી પગ પંજા જેવા હોય છે. પગના **ઢીંચણ** ઉપર ઢાંકણી નથી તેથી લાકડીના આધાર વગર ટટાર ઉભું રહી શકતું નથી. ચાલતાં આધાર જોઇએ છે અને આધાર છતાં લથડતું ચાલે છે. કૂદવામાં

અનઘડ છે. ચારે હાથે ઉતાવળું ચાલી શકે છે. બે **આંખ** ઉંડી અને પાસે પાસે હોય છે. **હોઠ** ટુંકા અને **નાક** ઉંચું હોય છે. **કાન** ખુચા અને માથા સાથે ચોટેલા હોય છે. ઉમર વધતાં **નીચી દાઢ** લાંબી થતી જાય છે, **જડબાં** બહાર નીકળી કપાળ પાછું હઠતું જાય છે તેથી **ચહેરો** ઘરડા મનુષ્યના અને વિકરાળ પશુના જેવો ભયંકર દેખાય છે. રતાશ પડતા આસ્માની **વાળથી** આખું શરીર ઢંકાયેલુ રહે છે પણ કાન ઉપર, ચહેરા ઉપર, અને હથેળીમાં બહુ વાપરને લીધે વાળ હોતા નથી. વાળ મનુષ્યના કરતાં મોટા અને રૂંવાં જેવા હોય છે. વધુ વાપરથી હાથ પગના પાછળના ભાગ ઉપર ટુંકા વાળ હોય છે પણ હાથ પગના આગળના ભાગ પર અને બરડાપર ૫–૬ ઇંચ લાંબાં રૂવાં હોય છે. **દાંત** અને **પાંસળી** મનુષ્યને મળતાં છે. રતાશ પડતો વાળનો રંગ હોવાથી રાતો ઉરાંગ પણ કહેવાય છે.

સ્વભાવ:—ઉરાંગ ઉટાંગ મજબૂત ડાળીઓ ઉપર આડી ડાળીઓ મૂકી પાંદડાં છાયી નરમ બિછાનું બનાવી ઝાડ ઉપર રહે છે. બહુ બીકણ હોવાથી સજ્જડ ઝાડીમાં એકાંતમાં **માળો** બાંધે છે. બીકણ હોવાથી હળી જતું નથી, સોબત કરતું નથી અને વારવાર બિછાનું બદલે છે. ગુસ્સામાં તીણી ચીસો પાડી હોકારા કરે છે, ભય વખતે ઉચા ઝાડ ઉપર ચઢી જાય છે, પાળતાં મનુષ્યની પેઠે ખાતાં અને નકલ ઝડપથી અને ચતુરાઈથી કરતાં શીખે છે, યાદ રાખે છે અને જ્ઞાનનો ઉપયોગ કરે છે. પૃથ્વી પરનાં ફળ, ઇંડાં, જીવડાં અને નાનાં પ્રાણીથી ગુજરાન ચલાવે છે.

સ્થળ:—મલાયા, મલ્લાકા, કોચીન ચાયના, બોર્નિઓ અને **સુમાત્રાનાં ઘાડા જંગલોમાં** ઉરાંગ ઉટાંગ વસે છે. ઠંડા દેશમાં એ જીવી શકતું નથી.

શીમ્પાન્ઝી અને **ગીમ્બન** જાતિ ઉરાંગ જેવીજ ચઢીઆતી છે અને તેમાં ગીબન મનુષ્યની ઉભી ચાલે ચાલે છે.

વાંદરાને મનુષ્યનું નજીકનું સગું ગણવાનાં કારણ:—(૧) મનુષ્ય અને વાંદરાં **દેખાવમાં મળતાં છે,** (૨) બન્નેનાં **શરીરનું બંધારણ લગભગ મળતું છે** અને (૩) **સ્વભાવમાં કાંઈક મળતાં છે.** આ

ત્રણ કારણથી મનુષ્ય અને વાંદરાં નજીકનાં સગાં (એક કુટુમ્બી—એક વર્ગનાં પ્રાણી) ગણાય છે.

(૧) **દેખાવથી** સ્પષ્ટ મળતાપણું સમજાય છે અને ગોરીલો, ઉરાંગ તો તદ્દન જંગલી મનુષ્યના જેવાં દેખાય છે જ્યારે ગીબન તે કરતાં પણ વધુ મળતાં આવે છે.

(૨) દાંત, પાંસળીઓ વગેરે હાડ બંધારણ અને સ્નાયુ રચના બન્ને જાતિમાં લગભગ મળતી આવે છે. મગજની રચનામાં પણ જંગલી હબસીનુ તરતનુ જન્મેલું બચ્ચું શીમ્પાન્ઝીના બચ્ચાને તદ્દન મળતું આવે છે.

(૩) વાંદરાંને કેળવતાં અનુકરણ કરી શકે છે, બુદ્ધિ વિકાસ અને ભાવના વિકાસ ખીલી શકે છે, અમુક નિયમે ટોળાબંધ રહી સામાજિક વ્યવસ્થા રાખી શકે છે, નાયક પદ માટે લઢાઈ કરે છે, નાયક મરતાં નવીન નીમે છે, ખોરાક શોધવામાં અને ભયમાંથી બચવામાં યુક્તિઓ કરે છે. એ ત્રણ કારણોથી વાંદરા મનુષ્યનાં નજીકનાં સગા કહેવાય છે.

વાંદરાં અને મનુષ્યોના સગપણ બાબત વિદ્વાનોનો તર્કઃ—આ મળતાં લક્ષણોથી કેટલાક વિદ્વાનોએ કહ્યું છે કે મનુષ્ય અને વાંદરાં પૂર્વ કાળનાં કોઈએક જાતિનાં પ્રાણીથી ઉતરી આવેલી જાતિ છે. વાંદરાંની બીજી જાતિમાં—ઉભી ચાલનાં વાંદરાંમાં જમીન ઉપર કે માળામાં રહેવાની ટેવથી જરૂર બંધ પડવાથી પૂછડુ ધીમે ધીમે નાશ પામ્યું છે તેમ જરૂર નહિ પડવાથી મનુષ્યનું પૂછડું પણ નાશ પામ્યુ છે અને કરોડ મજબુત થઈ છે છતાં ગુદા આગળ નિશાની રહી ગઈ છે. પૂછડીવાળાં વાંદરામાંથી ગોરીલો, ઉરાંગ, ગીમ્બન વગેરે થયાં છે અને ગીમ્બન વગેરેમાંથી મનુષ્ય થયાં છે એટલે કે મનુષ્યના બાપદાદા ગીમ્બન વગેરે વાંદરાં હતાં એમ તર્ક કરવામાં આવે છે. કેટલાક વિદ્વાનો એમ માને છે કે મનુષ્ય જાતિ ભ્રષ્ટ થતાં ઉરાંગ અને ગોરીલો વગેરે જાતિ થઈ છે. કેટલાક વિદ્વાનો માને છે કે મૂળના કોઈ પ્રાણી અને મનુષ્યના સંયોગથી ઉરાંગ, ગોરીલો વગેરે જાતિ ઉત્પન્ન થઇ છે.

મનુષ્ય અને વાંદરાંમાં તફાવતઃ—કેટલાક માસનો ગર્ભ સરખો હોય છે

પણ જન્મ સમયે સુધરેલા મનુષ્યનું (જંગલી નહિ એવા મનુષ્યનું) બચ્ચું વાંદરાના બચ્ચા કરતાં ઘણું આગળ વધેલું હોય છે. એટલે કે,

(મનુષ્યનું બચ્ચું)	(વાંદરાનું બચ્ચું)
(૧) મગજ મોટું અને ઉંચા પ્રકારનું હોય છે.	(૧) મગજ નાનું અને સાદું (થોડી ઘડીવાળું) હોય છે.
(૨) બરડાની કરોડ પગપર ટટાર રહે તેવી એવડી હોય છે.	(૨) બરડાની કરોડ એવડી હોતી નથી.
(૩) પગ લાંબા હોય છે.	(૩) પગ ટુંકા હોય છે.
(૪) પગ મજબુત હોય છે.	(૪) પગ મજબુત હોતા નથી.
(૫) પગ હાથ તરિકે ખપ લાગે નહિ તેવા હોય છે.	(૫) પગ હાથ તરિકે ખપ લાગે તેવા હોય છે.
(૬) હાથ ટુંકા છે.	(૬) હાથ લાંબા છે.
(૭) હાથ પગ ઝાડ ઉપર ચઢવા ખપ ન લાગે તેવા હોય છે.	(૭) હાથ પગ ઝાડ ઉપર ચઢવા ખપ લાગે તેવા હોય છે.
(૮) જન્મ પછી ખોપરી વધે છે.	(૮) જન્મ પછી ખોપરી વધતી નથી.
(૯) ખોપરી વધતાં મગજ વધ્યા કરેછે.	(૯) ખોપરી વધતી નથી તેથી મગજ વધતું નથી.
(૧૦) બધું મુખ અને માથું સરખું વધે છે.	(૧૦) ખોપરીને બદલે જડબાં બહુ વધી જાય છે, મુખ આગળ આવતું જાય છે, નાક ઉંચું થાય છે તેથી દેખાવ પશુના જેવો થતો જાય છે.
(૧૧) બુદ્ધિવિકાસ ચાલુ રહે છે.	(૧૧) બુદ્ધિવિકાસ અટકી પડી પ્રેરણાત્મક પશુવૃત્તિ ખીલતી જાય છે.

આ તફાવતથી કેટલાક વિદ્વાનો માને છે કે બન્ને જાતિ એક કુટુમ્બની નહિ પણ નિરાળીજ છે.

મનુષ્ય જાતિનો પ્રથમ સુધારો.

પૃથ્વીની ઉત્પત્તિઃ—સૂર્યના બળતા ગોળામાંથી કોઈ કાળે એક ટુકડો છૂટો પડયો તેની આ પૃથ્વી થઇ. છૂટી પડી ત્યારે પૃથ્વી સૂર્યના જેવી ગરમ વાયુરુપ (બળતા વાતાવરણ) જેવી હતી. ધીમે ધીમે પૃથ્વી ટાઢી પડતી ગઇ તેમ તેમ સંકોચાતી ગઇ અને ઘનરુપ બનતી ગઇ. ટાઢી પડયા પછી ક્રોડો વરસે વનસ્પતિ ઉગવા લાયક પડ બંધાયા. વનસ્પતિ ઉગતાં કોલસાનાં પડ અને મચ્છરુપ પ્રાણી સૃષ્ટિ ઉપર થયાં. ધીમે ધીમે વનસ્પતિ ચડતા પ્રકારની અને કમી થવા લાગી તેમ પ્રાણીઓમાં કાચબા જેવાં પ્રાણી વધ્યાં અને એમ વર્ષો જતાં આ પૃથ્વી ઉપર ચઢતી વનસ્પતિ અને ચઢતાં પ્રાણી થતાં ગયાં (આ અર્વાચીન વિદ્વાનોએ શોધ ખોળ કરી સાબીત કરેલો મત સર્વમાન્ય થયો છે.)

મનુષ્યની ઉત્પત્તિઃ—પૃથ્વી ઉત્પન્ન થયા પછી અનંત કોટી વર્ષે મનુષ્યને વસવા લાયક બની છે. (ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ કહે છે કે) પૃથ્વી ૨૦ ક્રોડ વરસથી ટાઢી પડી સુધારો થવા માંડયો છે ત્યારે મનુષ્યની ઉત્પત્તિ માટે જૂદા જૂદા મત છે અને દરેક પ્રજાના ધર્મશાસ્ત્રોમાં દર્શાવેલા વિચાર પણ જૂદા જૂદા છે. ઘણાં ખરાં ધર્મશાસ્ત્રોમાં જણાવેલું છે કે ઇશ્વરે પૃથ્વી અને સર્વ પ્રાણી સાથે બનાવ્યાં છે પણ શોધકો કહે છે કે પૃથ્વી પર મનુષ્ય થયુ ત્યારે ઘાડાં જંગલો અને નાનાં મોટા અનેક પ્રકારનાં પ્રાણીઓ વસતાં હતાં.

મનુષ્યની મૂળ સ્થિતિઃ—મનુષ્યની મૂળ સ્થિતિ બાબત પણ એક મત નથી. કેટલાંક ધર્મ પુસ્તકોમાં મૂળ મનુષ્ય સંપૂર્ણ સ્થિતિમાં જન્મેલું (થયેલું) જણાવ્યું છે ત્યારે ભૂસ્તરશાસ્ત્રીઓ કહે છે કે મૂળ મનુષ્યની સ્થિતિ ઉરાંગ ઉટાંગ જેવી હતી. આ સ્થિતિમાં મનુષ્યોને લૂગડાં વણતાં આવડતું નહોતું તેથી નાગાં ફરતાં હતાં, ઘર બાંધતાં આવડતું નહોતું તેથી ઝાડમાં કે બખોલોમાં રહેતાં હતાં, ઓજાર કે હથિયાર બનાવતાં આવડતાં નહોતાં, આજુ બાજુનાં પ્રાણીઓ વિકરાળ અને બળવાન હતાં પણ મનુષ્યનું મગજ વધુ

આગળ વધેલું હતું. મનુષ્યો જંગલનાં ફળ ફળાદિ વગેરે ખાઇ જીવન ગાળતાં હતાં અને જંગલી સ્થિતિ ભોગવતાં હતાં. મનુષ્યના શરીરનું બંધારણ વાંદરાં અને મનુષ્યની વચલી સ્થિતિ જેવું હતું. જડબાં અને માંસના લોચા મોટા હતા તેમ દેખાવ રાક્ષસી હતો.

મનુષ્ય જાતિનો પ્રાથમિક સુધારોઃ—જેમ જેમ વખત જતો ગયો તેમ તેમ ધીમે ધીમે મનુષ્યો વાત કરતાં શીખ્યાં. જંગલી પ્રાણીઓથી બચવા, ફળ ફળાદિ ઝાડ ઉપરથી તોડી પાડવા, ફળનાં કાચલાં ભાગવા અને ખોરાક માટે પ્રાણીઓ મારવા માટે પત્થર સાથે પત્થર ઘસી બનાવેલાં બેડોળ અને ખડબચડાં હાથા વગરનાં હથિયાર અને ઓજાર વાપરવામાં આવતા હતાં. પત્થરની છરી, હથોડી વગેરે ઓજાર ઘસીને બનાવતાં હતાં. પૃથ્વીના ઉંડાં પડમાંથી મનુષ્યનાં હાડકાં સાથે ભળેલાં આ ઓજારો મળે છે તેથી આ બાબત સિદ્ધ માનવામાં આવી છે. પ્રાણીઓનાં હાડકાં પણ ઓજાર તરિકે વપરાતાં હતાં. ધીમે ધીમે લાકડાંના હાથા પત્થરની ફાડ કે અણીમાં ખોસી હથિયાર બનાવા લાગ્યાં. આ યુગ પાષાણયુગના નામથી ઓળખાય છે.

મનુષ્ય જાતિનો બીજા યુગનો સુધારોઃ—આ યુગમાં દેવતા પાડવાની મોટામાં મોટી શોધ હાથ લાગી. ચકમકના બે પત્થરને અફાળીને કે બે લાકડાં ઘસીને નીકળતા તણખાથી દેવતા સળગાવા લાગ્યાં. એકવાર સળગાવેલો દેવતા કાયમ રાખી મૂકવા તજવીજ કરવામાં આવતી. દેવતા વડે માટીનાં વાસણ પકવવા લાગ્યાં, શિકાર બાફીને કે સેકીને ખાવા લાગ્યાં, તાપીને શરીર ગરમ રાખવા લાગ્યાં અને હિંસક પ્રાણીઓને બળતાં લાકડાં ધરી નસાડવા લાગ્યાં. પત્થર અને હાડકાંનાં ઓજાર ઉપર (પૂર્વકાળે પૃથ્વી પર વસતાં પ્રચણ્ડ રૂવાંવાળાં ઠંડા દેશોમાં જીવી શકનારાં હાથીના જેવાં મેમથ અને ઘોડા વગેરે) પ્રાણીઓનાં ચિત્રો સરસ ચિતરતાં શીખ્યાં તેમ હથિયારને સુંવાળાં, ઓપદાર અને વધુ ધારવાળાં બનાવા લાગ્યાં. સરોવરમાં લાકડાંના ઉંચા ચોતરા કરી (નિર્ભયપણે રહેવા સારૂ) તે પર ઝુંપડાં બાંધી રહેવા લાગ્યાં. વખત જતાં જમીન ઉપર માટીનાં અને લાક-

ડાનાં ઘર બનાવી વસવા લાગ્યાં. આ વખતે માછલાં અને મેમથ ફળ ફળાદિ સાથે મુખ્ય ખોરાક હતો. આ યુગનું નામ **શીકારી યુગ કે સુધરેલો પાષાણ યુગ છે.**

મનુષ્ય જાતિનો ૩ જા યુગનો સુધારો:—વખત જતા મનુષ્યો (લાકડામાં લાકડાં ખોસી) લાકડાંનાં ઓજાર બનાવી ખેતી કરવા લાગ્યાં. જેમ જેમ ખેતી ચાલુ થઇ તેમ તેમ શિકારી અવસ્થા કમી થતી ગઈ. ધીમે ધીમે ગાય, બળદ, બકરાં, કુતરા પાળવા લાગ્યાં અને ખેતીમાં તેનો ઉપયોગ થવા લાગ્યો. બકરાંનુ માંસ, અનાજ અને ફળ ઉપર જીવન ચાલવા લાગ્યુ અને પાળેલાં જનાવરનાં ચામડાં પહેરવા લાગ્યાં. આ યુગનું નામ કાષ્ટ યુગ કહીએ તો ચાલી શકે. આ યુગ સુધરેલા પાષાણ યુગનો છેવટના સમયનો છે.

મનુષ્ય જાતિનો ચોથા યુગનો સુધારો:—આ યુગમાં ધાતુનાં ઓજાર બનાવતાં શીખ્યાં. આ મોટી શોધથી સુધારો ઝડપથી ચાલ્યો. તાંબુ હાથ લાગતાં નરમ હોવાથી તેનાં ઓજાર સહેલથી બને એવું છે એમ સમજતાં તાંબાનાં ઓજાર અને હથિયાર બનાવા લાગ્યા અને લાકડાં તેમ પત્થરના ઓજાર અને હથિયાર બંધ પડયા. આ નરમ ઓજાર અને હથિયાર કઠણ બનાવવાની જરૂર સમજાઇ એટલે વખત જતાં તાંબા સાથે કલાઇ મેળવી કાંસુ બનાવી કાંસાનાં ઓજાર, હથિયાર અને વાસણ બનાવા માંડ્યાં. આ યુગનું નામ **કાંસા યુગ** છે. આ યુગમાં મિલ્કત વધતાં ટોળા બંધ રહી એક નાયકના હાથ નીચે રહી લઢતાં અને રક્ષણ કરતાં શિખ્યાં.

મનુષ્યજાતિનો છેલ્લો સુધારો:—છેવટે લોઢાના હથિયાર અને ઓજાર બનાવવાની કળા હાથ લાગી તેથી ખેતીવાડીમાં ઘણો સુધારો થયો. કાંસા યુગની કુટુમ્બમાં રહેવાની રીતથી ધીમે ધીમે જાતિઓ થઈ અને જાતિઓમાંથી રાજ્ય બન્યાં. રૂઢીથી રિવાજો મુકરર થયા, રિવાજોથી કાયદા નક્કી થયા, વ્હેમ કમી થતા ગયા અને તેના સ્થળે ધર્મભાવના દાખલ થતી ગઈ. હુન્નર, ગાયન, ચિત્રકળા અને શિલ્પ કામમા ખીલવણી થઇ, અક્ષરોની નિશાનીઓ નક્કી થતાં લેખનકળા નીકળી. સૂતરનાં લૂગડાં વણતાં આવડ્યાં

અને આ રીતે આ **લોહ યુગમાં** લોઢાથી સર્વ કામ **થતાં** ઝડપથી સુધારો થયો છે.

યુગોનો સમયઃ—સર્વ પૃથ્વી ઉપર એકજ સમયે એકજ પ્રકારનો યુગ ચાલુ થયો નહોતો. કેટલાક પ્રદેશ સુધારામાં વહેલા વધી ગયા હતા ત્યારે કેટલાક પાછળથી સુધરતા ગયા હતા. આ પ્રમાણે આગળ પાછળ થઇ જવાથી પાછળ પડેલી પ્રજા જૂના યુગોની સ્થિતિ ભોગવે છે. પેઢી દર પેઢીએ જ્ઞાન વારસામાં મળતા યુગના યુગ વહી જતા મનુષ્ય હાલની સ્થિતિએ પહોંચ્યું છે અને તેણે બહુ બળવાન પ્રાણીઓ ઉપર પણ પોતાની ખીલેલી બુદ્ધિથી સત્તા જમાવી છે તેમ વધુ બુદ્ધિવાન મનુષ્યે પાછળના યુગની સ્થિતિ ભોગવતા કમી બુદ્ધિવાળાં મનુષ્યો ઉપર પણ સત્તા જમાવી છે.

મગજ.

મગજનું ઘરઃ—મગજ બહુ નાજુક છે તેથી માથાની ગોળ મજબૂત હાડકાંના પોલા દાબડા જેવી ખોપરીમાં રહેલુ છે. ખોપરીના હાડકાં ગોળ હોવાથી વધુ મજબૂત હોય છે અને તે ગોળ દાબડાનાં બનેલાં હોય છે. આ બે દાબડા નાની વયમાં સધાયેલા હોતા નથી પણ જેમ જેમ બાળકની ઉમર વધતી જાય છે તેમ તેમ (ખોપરીના દાબડા) વધે છે અને પાકી ઉમર થતા (ખોપરી) સધાઇ જાય છે. નાની ઉમરનાં બાળકોની ખોપરી સધાયેલી હોતી નથી તેથી તાળવું ધડક ધડક થાય છે પણ ખોપરી સધાઇ જતાં મોટી ઉમરે ધબકારો બંધ પડી જાય છે. ખોપરી વાળ ઉગી કઠણ ચામડીના પડથી મજબૂત થાય છે.

મગજની રચનાઃ—ખોપરીનો તમામ દાબડો મગજના લોચાથી ભરેલો હોય છે. નાના બાળકનું મગજ દાબડો નાનો હોવાથી નાનું હોય છે અને ઉમર વધતાં દાબડો વધતો જાય છે તેમ તેમ મગજ વધતું જાય છે. મગજના લોચા ધોળા રંગના હોય છે પણ ઉપર રતાશ પડતી ભૂરી (રાખોડીઆ રંગની) બારીક ત્વચા હોય છે. લોચાનો દેખાવ રૂમાલની ઘડી વાળી હોય તેવો હોય છે. નાનાં બાળકનાં મગજમાં પણ ઘડી વળેલી હોય છે. જેમ

જેમ મગજ ખીલતું અને વધતું જાય છે તેમ તેમ ઘડી વધતી જાય છે. સરાસરી મનુષ્યના મગજનું વજન ૩ા રતલ હોય છે. સર્વ પ્રાણીઓમાં મનુષ્યનું મગજ મોટું અને ઘણી ઘડીવાળું હોય છે.

મગજના પ્રકારઃ—(અ) મોટું મગજ (ખરું મગજ) ઉપરની બાજુએ હોય છે. આ મગજમાં આડી ફાટ–ચીરા વડે ૨ અર્ધ ગોળ ભાગ પડે છે તેથી (૧) **ડાબું મગજ** અને (૨) **જમણું મગજ** થાય છે. **(બ) નાનું મગજ** મોટા મગજની નીચે પાછળની બાજુએ હોય છે. આ મગજનુ કદ મોટા મગજના ૮ મા ભાગ જેવડું હોય છે. મનુષ્યના આ મગજનું વજન ૭–૮ અધોળ હોય છે.

મગજનો ઉપયોગઃ—મોટું મગજ શરીરમાં રાજા છે. બુદ્ધિ, ઇચ્છા, વિચાર અને સમજણનુ એ મુખ્ય સ્થળ છે. મગજના વજન અને ઘડીની સંખ્યા ઉપર એ શક્તિઓનો આધાર રહે છે. બાળકનું મગજ એ શક્તિઓને લાયક ધીમે ધીમે ખીલતું જાય છે, કેમકે વજન અને ઘડીની સંખ્યા વધતાં જાય છે. સાત વર્ષની ઉમરે મગજ બરાબર બંધાઇ રહે છે. સસલાનું મગજ નાનુ અને ઘડી વગરનુ હોય છે તેથી તેનામાં બુદ્ધિ હોતી નથી માટે શિકારી પાછળ પડતાં થાકી જાય છે એટલે આંખ ઉપર કાન ઢાંકી લપાઇ જવા પ્રયત્ન કરે છે' સસલા કરતાં શિયાળનુ મગજ મોટું છે તેથી તે લુચ્ચું પ્રાણી છે. કુતરાનુ મગજ મોટું હોવાથી ઇચ્છા વગેરે દર્શાવી શકે છે. વાંદરાનુ મગજ સર્વ કરતા મોટું અને થોડી ઘડીવાળું હોય છે તેથી વધુ બુદ્ધિવાન અને સમજદાર છે પણ ઉમર વધતાં દાબડો વધતો નથી તેથી મગજ વધતું નથી. મનુષ્યનું મગજ સર્વ પ્રાણીઓમાં વધુ વજનદાર અને વધુ ઘડી વાળું છે તેથી મનુષ્ય સર્વ પ્રાણીઓમા વધુ બુદ્ધિવાન, વધુ ઇચ્છાવાન અને વધુ સમજદાર છે.

શરીરના તમામ ભાગ સાથે મગજની શક્તિઓનો વ્યવહાર નાના મગજ મારફત ચાલે છે એટલે નાનું મગજ મોટા મગજનો શરીરના બીજા ભાગ સાથેનો સંબંધ રાખી સર્વ હીલચાલની દેખરેખ રાખે છે. શરીરના તમામ અવયવની હીલચાલનો સંબંધ નાના મગજ સાથે હોય છે.

મગજની માવજત:—મોટું મગજ બહુ નાજુક હોવાથી બહુ જાળવવું પડે છે. સાત વર્ષ સુધી મગજનું બંધારણ બંધાય છે તેથી નાની વયમાં બહુ વિચારવું પડે એવો બોજો બાળક ઉપર પડવા દેવો નહિ. નાની વયમાં દાબડો સંધાયલો હોતો નથી તેથી કાન કે માથા ઉપર મારવાની ટેવ રાખવી નહિ. પાકી વયમાં પણ ખોપરી ફુટતાં મગજને ધક્કો લાગી મૃત્યુ થાય છે. મગજના લોચાને સાધારણ દરદ કે ઇજા કે ધક્કો થતાં મૃત્યુ થતું નથી પણ ઘડીની સંખ્યા ઘટી જાય છે તેથી વિચાર શક્તિ, ઇચ્છા શક્તિ અને સમજ શક્તિ મંદ પડી જાય છે કે નાશ પામે છે. ચિત્તભ્રમ—ગાંડપણ એ મગજની નબળાઇથી થતો રોગ છે. વ્હેમી અને બીકણ સ્વભાવ, દયા, પ્રીતિ, નિષ્ઠુરતા વગેરે મગજની ઘડીઓથી ઉત્પન્ન થતી લાગણીઓ છે. ઘડીઓ કાયમ રહેતી નથી, ક્રિયાથી થાકી ભાગી જાય છે અને વળી ફરીથી બંધાય છે, પોષણ મળવાથી વારંવાર ભાગી ગયેલી ઘડીઓ નવીન બંધાય છે. ઘડીઓ એજ શક્તિ છે. લોહી મગજનો નકામો થયેલો પદાર્થ લઈ જાય છે અને શુદ્ધ લોહી આપી મગજને પોષે છે. કામ કરતાં શક્તિ વપરાયા કરે છે તેથી આરામની પણ જરૂર છે. સારા ખોરાક અને તાજી હવાથી લોહી સ્વચ્છ આને સારૂં મળે છે તેથી ઘડીઓ જલદી બંધાય છે. મગજનું કદ શરીરના ૪૫ મા ભાગનું છે છતાં શરીરમાં વપરાતા લોહીના ૮ મા ભાગનું લોહી તેને એકલાને (મગજને) જોઇએ છે. આ સર્વ માટે તાજો અને સત્ત્વવાળો ખોરાક, સ્વચ્છ હવા, શુદ્ધ પાણી અને પુરતો આરામ મળવાં જોઇએ. નાના મગજની નબળાઇથી શરીરનુ સમતોલપણું નાશ પામે છે તેથી ચાલવાનુ, દોડવાનું, ઉઠવાનુ, ઉંઘવાનુ, જાગવાનું, ઇચ્છાઓ કબજે રાખવાનુ, બોલવાનુ, સાંભળવાનું, ટટાર રહેવાનુ વગેરે હિલચાલ નિયમિત થતી નથી. નાનું મગજ સારું હોય તો એ હિલચાલ જોઇએ તેવી રીતે કરી શકાય છે. આ મગજ સારૂં રાખવાને મોટા મગજની પેઠે સારો ખોરાક, પાણી, હવા અને આરામની તજવીજ રાખવી જોઇએ.

જ્ઞાનતંતુ.

જ્ઞાનતંતુની રચનાઃ—જ્ઞાનતંતુ એ રૂપેરી રંગના બહુ બારીક તાંતણા છે. મગજની માંહેના પૃષ્ટમાથી ૨૪ જ્ઞાનતંતુ નીકળી કેટલાક આંખની અંતર્ત્વચાપર, કેટલાક ચ્હેરાની અંતર્ત્વચાપર, કેટલાક નાકની અંતર્ત્વચાપર કેટલાક જીભની અંતર્ત્વચાપર, કેટલાક કાનના અંતરૂપટની અંતર્ત્વચા પર પથરાયા છે. બોચીથી પુઠના તળિયા સુધી ગોળ કડી રૂપ મણુકા ગોઠવાઇ બરડાની કરોડનો નળ થયેલો છે. આ કરોડનો ઉપરનો છેડો તસુ લાંબા અને ટચલી આંગળી જેવડા મજબૂત મજ્જાતંતુવડે મગજ સાથે જોડાયેલો છે. આ મજ્જાતંતુ મગજના જેવા માંસના લોચ્ચા–માવારૂપી પદાર્થથી બનેલો છે. નાના મગજથી પુઠ સુધી ઉભો લંબાયેલો આ મજ્જાતંતુ **કરોડરજ્જુ** કહેવાય છે. આ કરોડરજ્જુમાં પણ ૨૪ પૈકીના કેટલાક જ્ઞાનતંતુ ઉતરી ઠઠ સુધી લંબાય છે અને એની શાખાઓ અને શાખાની શાખાઓ–ઉપશાખાઓ થઈ આખા શરીરના તમામ ભાગપર પથરાઇ જાય છે. આખા શરીરના તમામ અવયવોનો આ પથરાયેલા જ્ઞાનતંતુ વડે કરોડરજ્જુ મારફત મગજ સાથે સબંધ થાય છે.

જ્ઞાનતંતુનો ઉપયોગઃ—જ્ઞાનતંતુ મુકાદમ પેઠે દરેક ઇંદ્રિયનુ કામ તપાસે છે, હુકમ કરે છે અને હુકમ પ્રમાણે ઇંદ્રિયોને વર્તાવે છે. એ જાતે હુકમ કરતો નથી પણ ઇંદ્રિયનુ કાર્ય મગજને જાહેર કરે છે અને મગજ તરતજ ખબર કરે છે તે પ્રમાણે હુકમ કરેછે. દેવતાપર આંગળી પડી, સ્પર્શ ઇંદ્રિયના જ્ઞાનતંતુને સમજ પડી એટલે મગજને ખબર કરી, મગજે આંગળી ઉઠાવી લેવા હુકમ આપ્યો એટલે જ્ઞાનતંતુએ એ હુકમ બજાવ્યો. આ રીતે આખમાના જ્ઞાનતંતુથી જોઇ શકાય છે, નાકનાથી સુંઘી શકાય છે, કાનનાથી સાભળી શકાય છે, એટલુજ નહિ પણ સાથે સાથે સારા નરસાની મગજ મારફત સમજ થાય છે. ચ્હેરાના જ્ઞાનતંતુથી ચ્હેરાના માંસના લોચા પર સત્તા ચલાવી ચ્હેરાને ગંભીર, આનંદી, ઉતરેલો વગેરે રૂપમાં બદલી શકાય છે. જીભના જ્ઞાનતંતુથી વસ્તુના જૂદા જૂદા અને સારા નરસા સ્વાદનુ ભાન થાય છે, માથું મજબૂત તંતુ વડે ધડપર સ્થિર રહી શકે છે, આમ તેમ ફરી શકે છે,

ચાવવાનું, ખાવાનું અને શ્વાસ લેવાનું થતાં લોચા કબજે રાખી વત્તી ઓછી હિલચાલ કરાવી શકાય છે. આ સર્વ સત્તા નાના મગજ મારફત ચાલે છે.

જ્ઞાનતંતુની આવજત:—આ તંતુઓ વગર મગજને કાંઇ ખબર પડતી નથી અને ખબર પડયા વગર યોગ્ય હુકમ મળતો નથી. આંખના જ્ઞાનતંતુ બગડતાં કમી સૂઝે છે કે આંધળા થાય છે. તેમજ દરેક ઇંદ્રિયને માટે છે. પક્ષાઘાત થતાં જ્ઞાનતંતુ બહેર મારી જાય છે તો તે ભાગ મગજના હુકમમાં નહિ રહેવાથી હિલચાલ કરી શકતો નથી. તંતુ કાસદ યા તાર રૂપ છે અને તાર વહનનો માર્ગ કરોડરજ્જુ છે. કરોડરજ્જુ કાપી નાખતાં કાપ નીચેનો ભાગ બળી જાય તોપણ મગજને ખબર પડતી નથી અને લાગણી પણ થતી નથી તેથી આખા શરીરનુ સંપૂર્ણ રીતે રક્ષણ થવાને તેને મગજને તાબે સોંપવાની જરૂર છે. જ્ઞાનતંતુનું રક્ષણ કરવાથી એ હેતુ પાર પડે છે.

ફેફસાં.

ફેફસાંનુ ઘર:—છાતીની ચામડીની નીચે છાતીની વચ્ચે (છાતીનું) મજબૂત, લાંબું, ચપટું અને સાંકડુ હાડકું હોય છે, તેમ શરીરની પાછળની બાજુએ બરડાની મજબૂત કરોડ છે, આ (છાતી અને કરોડ) એની વચ્ચે દરેક તરફ કરોડ અને છાતી સાથે જોડાયેલી ગોળ વળેલી ૧૨-૧૨ પાંસળીઓ હોય છે. આ પાંસળીઓ સ્નાયુથી વચમા જોડાયેલી હોય છે. પાંસળીઓ ગોળ હોવાથી હાડપિંજરને મજબૂતાઈ મળે છે. આ રીતે છાતીનુ હાડકું, પાંસળીઓ, બરડાની કરોડ અને ગળાનું હાડકું મળી એક મજબૂત હાડપિંજર બને છે અને તેની અંદર મોટી પોલ (બખોલ) રહે છે. આ બખોલ ફેફસાં અને હૃદયનું ઘર છે.

ના[illegible] : —પોલમ મધ્ય ભાગે જે તે મનુષ્યની મુઠી જેવડું હૃદય હોય છે અને હૃદયને દરેક પડખે એકેક એમ ડાબું અને જમણું એ ફેફસાં ન્હાનું છે પણ ફેફસાંથી છાતીની તમામ પોલ ભરાઇ જાય

છે. ફેફસાંનેા રંગ રાતેા છે અને એ વાદળી જેવાં અસંખ્ય ખાનાંથી (પ્રકોશથી) બનેલાં હેાવાથી સ્થિતિસ્થાપક હેાય છે. હૃદય ઉપરની બાજુએ છે અને નીચે પેટમાં જઠર વગેરે ઇંદ્રિયેા છે. હૃદય અને પેટના ભાગની વચ્ચે બારીક ત્વચાનેા છાતી તરફ ગેાળ વળેલેા (બાહ્ય ગેાળ) ચામડી, માંસ, અને ચપટા સ્નાયુનેા બનેલેા અંતરૂપડદેા હેાય છે તે છાતીનું તળીઉં છે.

શ્વાસ નળીઃ—મેા તથા નાકની પાછળ અન્ન નળીની આગલી બાજુએ મુખમાંથી શરૂ થતી મજબૂત નળી છે તે **શ્વાસ નળી** છે. જીભની પાછળ—જીભના મૂળ પાસે **ઉપજીભ (જીહ્વા)** નામનું સ્થિતિસ્થાપક (કેામળ) ઢાંકણ છે. ખાધેલેા પીધેલેા ખેારાક અન્ન નળીમાં જાય છે ત્યારે આ ઢાંકણુ સંકેાચાઇ શ્વાસ નળીના મુખપર આડુ પડી જાય છે એટલે એ ઢાકણુપર થઇ પદાર્થ અન્ન નળીમા ચાલ્યેા જાય છે, અને ખેારાક બંધ થાય છે એટલે ઢાંકણું ઉભું થઇ અન્ન નળીનેા માર્ગ બંધ કરે છે. ઉતાવળથી ખાતાં પીતાં શ્વાસ નળીમાં સહજ ખેારાક ઉતરી જતાં **અંતરસ** જાય છે. શ્વાસનળીના છાતીમાં બે ફાટા થઇ એક જમણા ફેફસામાં અને એક ડાબા ફેફસામાં જાય છે. શ્વાસ નળીની દરેક શાખામાંથી અનેક શાખા નીકળી ફેફસામાં પથરાઇ જાય છે. દરેક નળીનેા છેડેા ફેફસામાંના દરેક ખાનામા પથરાય છે અને ખાનાં ઉપર લેાહીની નળીઓ હેાય છે. આ બે નળીઓ વચ્ચે પાતળેા પડદેા હેાય છે. લેાહીની નળીઓમાં હૃદયમાંથી આવતું અસ્વચ્છ લેાહી હેાય છે.

શ્વાસેાચ્છવાસની ક્રિયા.

શ્વાસ ક્રિયાઃ—મુખ અને નાક વાટે લીધેલી હવા શ્વાસ નળીમાં પેસે છે આ ક્રિયા દર મિનિટે શુમારે ૭૦ વાર થાય છે. અન્ન નળીનું દ્વાર બંધ હેાવાથી તમામ હવા એ શ્વાસ નળીમાંજ પેસી શકે છે, અને શાખાઓ માર્ગે ફેફસાંનાં તમામ ખાનાં હવાથી ભરાય છે એટલે ફેફસાં ફૂલી મેાટાં થાય છે. ફેફસાંની નીચેનેા પડદેા સંકેાચાઇ નીચેની બાજુએ દબાઇ છાતીની પેાલને વધારે છે. પાંસળીઓના છેડા વચમાં સ્નાયુવડે જોડાયેલા છે તેથી સ્નાયુ ખેંચાઇ પાંસળીઓ ઉંચકાય છે તેથી પણ છાતીની પેાલ

મોટી થાય છે. અને એ રીતે પોલ મોટી થતાં ફેફસાં હવાથી બરાબર ભરાઇ દરેક કોશ બરાબર ફૂલી શકે છે અને ઘણી હવા લઇ શકે છે. આ ફેફસાંમા હવા લેવાની ક્રિયા તે શ્વાસ ક્રિયા કહેવાય છે.

(૨) ઉચ્છવાસ ક્રિયાઃ—ઉચ્છવાસ=(ઉત્=ઉંચે-બહાર)+શ્વાસ=શ્વા-સનુ ઉંચે-બહાર જવું—શ્વાસ બહાર કાઢવો તે. **શ્વાસોચ્છવાસ=શ્વાસ+ઉચ્છવાસ**=શ્વાસ લેવો અને બહાર કાઢવો તે. ઉચ્છવાસમા નીચેનો પડદો ઉંચો આવે છે. પાંસળીઓના સ્નાયુ સંકોચાઇ પાંસળીઓ નીચી પડે છે એટલે ચોતરફથી છાતીની પોલ નાની થતા ફેફસાના ફુક્કા દબાઇ ભરાયેલી હવામાથી કેટલીક હવાની નળીઓ વાટે મુખ અને નાકમાં થઈ બહાર નીકળી જાય છે. આ ફેફસામાથી હવા બહાર કાઢવાની ક્રિયા તે ઉચ્છવાસ ક્રિયા કહેવાય છે.

શ્વાસોચ્છવાસથી ફેફસાંમાં થતી ક્રિયાઃ—ફેફસા એ લોહી શુદ્ધ કરવાનું યત્ર છે. શરીરના તમામ ભાગમાથી વહી આવતું લોહી ઝેરી અશ ભળી કાળુ બની જાય છે. આ અસ્વચ્છ લોહી ફેફસાના ફુક્કા ઉપરની બારીક નસોમાં આવે છે. લોહીમાંનો ઝેરી અશ કાર્બન અને હાઇડ્રોજન હોય છે. શ્વાસ લેતા ફુક્કામા હવા ભરાય છે. (છાતીની પોલમાં ૨૦૦ ઘનઈંચ હવા ભરાય છે અને ઉચ્છવાસમાં ૨૦ ઘ० ઇં હવા બહાર નીકળે છે). અંદરની હવા અને બહારની નસોના મેલા લોહી વચ્ચે પાતળું કેશાકાર વાહિનીઓનુ પડ હોય છે. આ પડ લોહીથી ભીનુ રહે છે તેથી કેશાકાર વાહિનીઓમાં થઇ હવામાનો ઑક્સિજન લોહીમાંના કાર્બન સાથે મળી કાર્બોનિક ઍસિડ અને હાઇડ્રોજન સાથે મળી પાણીની વરાળ બની ફેફસામાં ભરેલી હવામા ભળી જાય છે અને લોહી ચોકખું રાતુંચોળ બને છે. કાર્બોનિક ઍસિડ વાયુ અને વરાળ ઉચ્છવાસથી બહાર નીકળી હવામા ભળી જાય છે અને શુદ્ધ લોહી ફેફસાનુ, હૃદયનુ અને બીજા તમામ ભાગનુ પોષણ કરવા બીજે માર્ગે વહી જાય છે અને વળી વધેલું મેલું લોહી નવીન લોહી સાથે ભળી ફરી શુદ્ધ થવા આવે છે. આ પ્રમાણે એક તરફથી લોહી આવી શુદ્ધ થઇ બીજી તરફ વહી જવાની ક્રિયા નિરંતર ચાલ્યા કરે

છે. આ રીતે શ્વાસથી લોહી શુદ્ધ થાય છે અને ઉચ્છવાસથી લોહીમાંનું ઝેર બહાર નીકળી જાય છે. આ ઝેર અને હવા મળતાં અને જૂદાં પડતાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તેથી લોહી ગરમ થઈ આખા શરીરને ગરમી પહોચાડે છે. આ ક્રિયા બંધ પડતાં મૃત્યુ થાય છે.

આ શ્વાસોચ્છવાસની ક્રિયા ઉપર મગજની સત્તા નથી તેથી ઉંઘમાં કે ગાડપણમાં પણ એ બંધ પડતી નથી. આ ક્રિયા ઉપર મગજની સત્તા હોત તો ઉંઘમાં કે મગજની ઇચ્છા બંધ પડતાં પ્રાણીઓ મરી જાત.

શ્વાસોચ્છવાસ માટે રાખવી જોઇતી સાવચેતીઃ—ફેફસાં સંપુર્ણ હવાથી ભરવા માટે છાતીની પોલ પહોળી થવાની જરુર છે તેથી સજ્જડ કબજા, બંડી, ચોળી વગેરે પહેરવા નહિ. સજ્જડ કપડાં પહેરનારથી છાતી એડોળ વાંકી થઇ ફેફસાં બગડે છે; છાતીનો ભાગ રક્ષણ કરી ગરમ રાખવો જોઇએ એટલે ઉત્પન્ન થતી ગરમી લોહીમા કાયમ રહી તમામ શરીર જોઇતું ગરમ રહે. ઑક્સિજનથી લોહી શુદ્ધ થાય છે અને ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તેથી ઑક્સિજનવાળી શુદ્ધ હવા મેળવવા તજવીજ કરવી જોઇએ. કાર્બોનિક ઍસિડવાળી ઉચ્છવાસમાં નીકળેલી કે ગોંધાઇ રહેલી હવા શ્વાસમા લેવી નહિ જોઇએ. કાર્બન અને ઑક્સિજન મળતાં ગરમી ઉત્પન્ન થાય છે તેથી શરીરમાં વાયુ કે શરદી થઈ ગરમી કમી થતાં કાર્બનથી ભરેલા વનસ્પતિ અને તાજાં ફળ તેમ હાઇડ્રોજનથી ભરેલા ચરબીવાળા ઘી, તેલ વગેરે પદાર્થ ખાઇ તેનું લોહી બનાવવા તજવીજ કરવી જોઇએ.

રંગાટકામ.

દેશી વનસ્પતિના રંગ–કાચા રંગ.

કસુંબીઃ—એ એક જાતના છોડનાં ફુલ છે. વિલાયતી કોલ્સાના એલિઝરીન રંગ આવતા પૂર્વે ખેડા જીલ્લામાં, ખાનદેશમાં અને દક્ષિણમાં જથાબંધ ખેતીથી ફૂલ અને બી (કાબરી) ઉત્પન્ન કરવામાં આવતાં હતાં. ફૂલ બરાબર ખીલી રહેતાં (નીચે બીજાશયમાં બીજ બંધાયા પછી) **વીણી લઈ સૂકવી રાખવામાં આવે છે તે કસુંબી કહેવાય છે.**

કસુંબીનો રંગ ઝાંખો રાતો હોય છે. એના રાતા રંગમાં પીળો રંગ ભળેલો હોવાથી રાતો ઝાંખો રંગ દેખાય છે. આ પીળો રંગ ધોઈ નાખવાથી કસુંબીનો રંગ લાલચોળ બને છે. પીળો ધોઈ કાઢી નાખેલ રંગ **જરદી** કહેવાય છે.

કસુંબી ધોવાની રીતઃ—લાકડાની માચી ઉપર (ચોતરફથી) ખાદીના કકડાના છેડા બાંધી ઝોળી બનાવી કસુંબીનાં ફૂલ ભરી પાણી રેડરેડ કરી ધોવામાં આવે છે. કસુંબી સાથે બાજરીનાં કણસાંની ટોપી—ભૂરૂ પણ કેટલેક સ્થળે ભેળવે છે; કેમકે એથી કસુંબી સજ્જડ ચોંટી નહિ જવાથી બરાબર ધોવાય છે. પીળો રંગ—જરદી ધોવાઇ પાણી સાથે મળી નીચે નીકળી જાય છે. જરદી એ કસુંબીનો મળ ગણાય છે અને તે નીચે કુંડામા એકઠા થાય છે. કસુંબી બરાબર ધોવાઇ રહેતાં ઝોળી છોડી નીચોવી કાઢી ભૂકો (ધોયેલો કસુંબી) તડકે સૂકવવામાં આવે છે. બરાબર સૂકાયેલો કસુંબી, **કસુંબી રંગ** કહેવાય છે. ભીનો રહેતાં એ કોહી જાય છે તેથી કાળજીથી સૂકવવામાં આવે છે.

કસુંબી રંગનો ઉપયોગ કરવાની રીતઃ—તાજો ધોયેલો કોરો કરેલો કે સૂકવેલો કસુંબી રંગ લઇ દર શેરે ૧।। રૂપિયાભાર સાજીક્ષાર કે પાપડક્ષાર (સંચોળો) અને મીઠાની બારીક ભૂકી મેળવી સાબેલા કે હસ્તાવડે એક જીવ થતા સુધી ખાંડવામાં આવે છે. ખાંડેલા રંગને (કસુંબીને) ઝોળીમા નાખીને દર શેરે ૨ શેર પાણી રેડી નીચેના કુંડામાં ધોઇ લેવામા આવે છે. ધોઈ કાઢેલા રાતા રંગના પાણીમાં લિંબુનો રસ મેળવવામાં આવે છે એટલે રાતું પાણી ઉપર તરી આવી રાતો રંગ નીચે ઠરે છે. આ નીચે ઠરેલો રંગ **જેઠવો (શ્રેષ્ઠતત્ત્વ)** કે **ગદલ** નામથી ઓળખાય છે. ગદલપરનું રાતું પાણી જૂદા વાસણમાં નીતારી લેવામાં આવે છે.

રંગવાના લૂગડાને (પાઘડી, ફેંટા, સાળુ વગેરેને) પ્રથમ જૂદા કાઢી લીધેલા રાતા પાણીમાં પલાળવામાં આવે છે. થોડો ગદલ (જેઠવો) એક વાસણમાં લઇ થોડો લિંબુનો રસ અને હળદર મેળવી તેમાં રાતા રંગમાં પલાળેલું કપડું નિચોવી બોળે છે એટલે ગદલ કપડાના તારે ચઢી રાતું બની જાય છે.

જૂદા જૂદા રંગ કરવાની રીતઃ—ગદલ+હળદથી કેસરી રંગ થાય છે. ગદલ+ગળીથી અબ્બાસી, કિરમજી રંગ થાય છે. એજ રીતે ગદલમાંથી ગુલાબી, ફૂલગુલાબી, મોતીઓ, પ્યાજી, વગેરે કાચા રંગ થાય છે.

ખેળ (ખળ) કે કાંજી બનાવવાની રીતઃ—ચોખા, ઘઉં કે કચુકાના લોટની ખેળ થાય છે. કોદરી કે નાગલીના લોટની પણ ખેળ બને છે. પાણીમાં લોટ ઓગાળી ગરમ કરવામાં આવે છે. પાણી ગરમ થતાં લુગડા વડે ગાળી લેતા ગળેલો પાતળો પદાર્થ ખેળ કહેવાય છે. ઘઉંના લોટના ઓગાળેલા પાણીને કપડે ગાળી લે છે અને ગાળેલા પાણીને ઉકાળે છે એટલે એ રીતે પણ કાંજી થાય છે. ઘઉ કે ચોકખાની કાંજી કે ખેળ સારી થાય છે.

ખેળ કે કાંજી ચઢાવવાનું કારણઃ—ખળથી નીખારતાં કે કાજી ચઢાવતાં કપડું અક્કડ થાય છે, તેના ઉપર ધૂળ કે કચરો જલદી ચોંટી જતો નથી તેથી ઝટ મેલું થતું નથી. વળી એથી રંગની સુરખી અને ભપકી આવે છે તેમ રંગ ટકાઉ બની જલદી ઉડી જતા નથી.

ખેળ કે કાંજી ચઢાવવાની રીતઃ—ગદલમાં કાંજી કે ખેળ મેળવી લિંબુનો રસ ભેળવી મિશ્રણ બનાવામાં આવે છે. આ મિશ્રણમાં પ્રથમથી રંગી રાખેલું કપડું બોળી મૂકવામા આવે છે એટલે કાજી કપડા પર ચઢી જાય છે.

દેશી પાકો રંગઃ—સુરંગી. સુરંગીમાંથી પાકા રગ તૈયાર થાય છે. **સુરંગી=સારા રંગવાળી.** પચીસ વર્ષ પહેલાં આ વનસ્પતિમાંથીજ મોટા પાયા ઉપર રંગાટ કામ થતું હતું. સુરંગીની ખેતી **ખાનદેશ, કોલ્હાપુર** અને **મદ્રાસ** તરફ મોટા પાયા ઉપર થતી અને ત્યાંથી હિંદના સર્વ ભાગમાં અને પરદેશમા નિકાસ કરવામાં આવતી.

સુરંગીથી કપડાં (કે સૂતર) રંગવાની રીતઃ—કોરા કપડાં ભઠ્ઠીમાં બાફી પાપડ ખારવાળા પાણીમાં બોળી ધોઇ નદી કાંઠાના ભાઠાની રેતાળ જમીનપર સૂકવવામાં આવે છે અને સૂકાતાં પાણી છાંટી સારાં ધોવામા આવે છે સુરંગીને ખાંડી દળી લોટ બનાવી ફટકડીના પાણીમાં ઓગાળે છે અને ભઠ્ઠી પરના વાસણમાં રેડી ઉકાળે છે. આ ઉકળતા રંગમાં ધોયેલાં સૂકાં કપડાં રંગી ધોવામાં આવે છે એટલે સુરંગીનો પાકો લાલ રંગ કપડે વળગી જાય છે. મેળવણીથી બીજા રંગો બનાવે છે.

પરદેશી પાકારંગ:—આ રંગો કોલ્સાના કોલટારમાંથી બનાવવામાં આવે છે. કોલ્સા એ વનસ્પતિજ છે પણ ખાણોમાંથી નીકળે છે તેથી આ પણ વનસ્પતિના રંગ છતાં ખનિજ રંગ કહેવાય છે. એનું બજારી નામ **એલીઝરીન** રંગો છે. ઈંગ્લાંડમાં આ રંગ બનાવવાનું કારખાનું નીકળેલું છે પણ પ્રચણ્ડ કારખાનું જર્મનીનું છે. જર્મનીનું એક કારખાનું લગભગ ૫૦૦ એન્જીન બૉયલરથી ચાલે છે અને આખી દુનિયાને રંગો પુરા પાડે છે.

દેશી પરદેશી રંગોનો મુકાબલો:—જર્મન રંગ ભભકમાં—ચળકાટમાં સારા છે, પણ દેશી રંગો વધુ ટકાઉ છે અને પરદેશી રંગ વહેલા ઉડી જાય છે—ઝાંખા પડી જાય છે. વળી પરદેશી રંગથી તારની મજબુતાઇ નરમ પડી લૂગડાં વહેલાં ફાટી જાય છે.

દેશી રંગનો નાશ થઈ પરદેશી રંગનો વિજય થવાનું કારણ:—
દેશી રંગોની ખેતી કરવી પડે છે અને પરદેશી રંગો કોલ્સાના કચરામાથી બને છે તેથી પરદેશી રંગ દેશી કરતાં સસ્તા પડે છે. વળી પરદેશી રંગ ભભકવાળા હોવાથી ગ્રાહકોને પસંદ પડે છે. સુરંગીને ખાંડવાની અને દળવાની કઠણ મહેનત કરવી પડે છે ત્યારે આ પરદેશી રંગ તૈયાર મળે છે. સુરંગી રંગમાં બીજા પદાર્થ મેળવી જૂદા જૂદા રંગ બનાવવા પડે છે ત્યારે પરદેશી રંગો બધી જાતના તૈયાર કરેલા મળે છે તેથી કારીગરોને વાપરવાનું સુગમ પડે છે તેથી હિંદના (સુરંગી, કસુબી, મજીઠ, હળદ, ચંદન, પતંગ, બહેડાં વગેરે) વનસ્પતિના રંગો બંધ પડી ગયા છે અને પરદેશી રંગોએ દુનિયાનુ બજાર હાથ કર્યુ છે. આ દેશી રંગોનો ઉપયોગ બંધ થતાં તેની ખેતી બંધ થઇ ગઈ છે અને સર્વ રંગાટ કામ પરદેશી રંગોથી થવા લાગ્યું છે.

લૂગડાં છાપી રંગવાની રીત:—જે કપડાંને ભાત પાડવાની હોતી નથી પણ પાઘડીની પેઠે એક સરખી જમીન રંગવાની હોય છે તેને છાપવાની જરુર પડતી નથી; પણ ગવન, છીંટ, બાંધણી, ભાતવાળા સાળુ, ભાતવાળી જાજમ, ખોળિઆં વગેરે કપડાં છાપીને રંગવામાં આવે છે. છાપનાર કારીગરનાં છીપા અને રંગાટના ધંધાથી રંગરેજ (રંગારા) નામ પડેલાં છે.

છાપવા માટે કોરાં લૂગડાંને પ્રથમ હરડાં બેડાંનો પાસ આપી પીળાં કરવામાં આવે છે. આ પીળાં લૂગડાં છાપવા માટે તૈયાર થયેલાં ગણાય છે. એક કુંડામાં લોખંડનો કાટ, ગુંદર, ચીચોડાના લોટનો મસાલો ઓગાળી રાખે છે અને બીજા કુંડામાં ગેરૂ, ગુંદર, ફટકડીનું મિશ્રણ રાખવામાં આવે છે. કાળી છાપ માટે લોખંડના કાટમાં અને લાલ છાપ માટે ફટકડીના મિશ્રણ-માં બીબાં બોળી પીળાં લૂગડાં છાપવામાં આવે છે. છાપીને કપડાં સૂકવે છે. અને એલીઝરીન રંગથી ભઠ્ઠીમાં રંગી ધુએ છે એટલે કાળી અને લાલ છાપ ઉઘડે છે અને ભોંય ગુલાબી થાય છે પણ તેલ અને ક્ષારનુ પાણી છાંટતાં ગુલાબી રંગ ઉડી જઈ સફેદી નીકળે છે. વિલાયતી લુગડાં (ગવન, છીંટ વગેરે) યંત્રના બીબાંથી છાપેલાં હોય છે અને રગીને યત્રવડે પૉલિસ કરે છે તેથી ચળકતાં અને સફાઇદાર થાય છે અને ગંધકની ધુણીથી રંગ ઉ-ડાવી ચોખ્ખી જમીન બનાવે છે.

ગળી રંગ બનાવવાની રીતઃ—ગળીના છોડ ખેતીથા ઉછેરી હંગ—હ-વાડામા પાણી સાથે કહોવરાવી મજુરોવડે કચરાવી રંગિત મિશ્રણ કાઢવામાં આવે છે. આ મિશ્રણ ગાળી ઠારવાથી ગળા રગ નીચે બેસે છે. નીચે બે-ઠેલો રંગ પાણી નિતારી કાઢી સૂકવવામાં આવે છે એટલે બજારૂ ગળી તૈયાર થાય છે.

ગળી થવાના પ્રદેશઃ—ગુજરાતમાં પહેલાં **વડોદરા પ્રાંત, ખેડા** અને **ભરૂચ જીલ્લામાં** ગળી થતી હતી, પણ પાણીમાં કહોવાણ થતાં જંતુ પેદા થતા તેથી ધાર્મિક વિચારે એ ધધો પડી ભાગ્યો છે. ગળીની મુખ્ય પેદાશ **બંગાળા ઇલાકામાં** છે. **જર્મની**થી બનાવટી સસ્તી અને હલકી ગળી આયાત થવા લાગી છે તેથા હિંદી ગળીની ખપત ઘટવા માંડી છે. હિંદી ગળી પરદેશી બનાવટી ગળીની સામે તેના ઉત્તમ રંગથીજ થોડી ઘણી ટકી રહી છે.

ગળીથી કપડાં, સુતર રંગવાની રીતઃ—માથાપૂર છોબંધ ઉંડાં ગોળ **માંડલાં (માલ્લાં)** બનાવવામાં આવે છે. માલ્લામાં ગળી, ખજુર, ગોળ, ચુનો **અને સાજીખાર નાખી પાણીના મિશ્રણથી કહોવરાવી પકવવામાં આવે છે.**

આ મિશ્રણ પાકતાં (અથાતાં) માથું ફાટી જાય એવી વાસ નીકળે છે. પાકેલી ગળી એ તૈયાર થયેલો ગળીનો રંગ છે. ગળીનો રંગ કરનારા (ભાલાવાળા) **ગળીઆળા** (ગળીવાળા) કહેવાય છે. પાકેલી ગળી વાસણમાં પાણીરૂપ (વધુ પાતળી) કરી સુતર, કપડાં વગેરે રંગવામાં આવે છે. આ રંગથી આસ્માની (ગળીએલ) રંગાટકામ બને છે.

કુંભાર કામ.

ગારો બનાવવાની રીતઃ—કુંભાર કામમાં સારી માટી અને સારી કેળવણીથી સારાં વાસણ બને છે. તળાવ, નદી કે વહેળાના કાંઠાપરથી માટી લાવી તેમાં રેતી, રાખ અને ગધેડાની લાદ મેળવી પાણી રેડી પગવડે ખુંદી ખુંદી એકરસ કરી માખણની પેઠે મુલાયમ અને ચીકણી બનાવે છે તે **ગારો** કહેવાય છે. સાધારણ ઇંટો, નળિયાં વગેરેનો ગારો વાસણો માટેના ગારા જેટલો કેળવવામાં આવતો નથી અને વાસણો માટેનો પણ યોગ્યતા પ્રમાણે વત્તો ઓછો કેળવવામા આવે છે. ગાળાના ગોળા બનાવી રાખે છે.

ચાકનું વર્ણનઃ—ચાકનો આકાર ગાડીના પૈંડા જેવા હોય છે પણ તેની નાયડીમાં કાણું હોતું નથી. ચાકની નાયડી એક બાજુએ તદ્દન સપાટ અને બીજી બાજુએ સહજ ખાડાવાળી હોય છે. ચાકનુ પુઠીઉ લાકડાનુ નહિ પણ ગારાનુ બનાવે છે પણ આરા અને નાયડી લાકડાનાજ હોય છે. ગારામાં બકરાના વાળ મેળવી સખત બનાવી પુઠીઉ બનાવવામાં આવે છે.

ચાકનો ઉપયોગઃ—ચાક એ કુંભારનું ખાસ ઓજાર (યંત્ર) છે, કેમકે તેની મદદથી થોડા વખતમાં ઘણું અને સરસ કામ બને છે તેમ મહેતન પણ થોડી કરવી પડે છે.

ચાકનો ઉપયોગ કરવાની રીતઃ—ચાકની સહજ ખાડાવાળી નાયડી નીચેના ખીલડાપર એક બાજુએ જરા ઢાળપડતી ગોઠવે છે. નાયડીના ઉપરના સપાટ ભાગપર લીલા ગારાનો ગોળો ગોઠવે છે. પુઠીઆમાં ઉપરની બાજુએ એક નાનો ખાડો હોય છે. એ ખાડા તરફનો ભાગ ગોઠવતી વખતે ઉંચો રાખે છે. કુંભાર હાથમાં ૧॥–૨ હાથનો લાકડાનો દંડો લઇ

તેનો એક છેડો પુઠીઆના ગોળ કાણામાં ઘાલી બીજે છેડે જોર કરી પુ-ઠીઉં (ચાક) ફેરવે છે એટલે ચાક ગોળ ફરવા માંડે છે. ચાર પાંચ આંટા જોરથી ફેરવી પુઠીઆને ગતિ આપી દંડો ઝટ કાઢી લઇ જમીનપર મૂકી દે છે. ચાક ખીલડાપર અધર હોય છે તેથી ઘણીવાર સુધી વગર ફેરવે ફર્યા કરે છે. કુંભાર દંડો મૂકી તરતજ પાણીના કુંડામાં હાથ બોળી ગારાના ગોળાને નાયડી ઉપર મૂકી કોમળ હાથે દબાવે છે એટલે ગોળાનો આકાર ઉભો સીધો નળાકાર રૂપનો બની જાય છે. વળી હાથ પાણીવાળા કરી ૧ હાથ ગોળાની (પાસાપર) બાજુપર રાખે છે અને એક હાથ ઉપર રાખી દાબે છે અને અંગુઠો અને આંગળાં ચાળવી ગોળાના નળાકારને જોઇએ તેવા આકારનો બનાવે છે એટલે પેટુ ફુલી ઘડા જેવો પોલો ઘાટ થાય છે. ઘાટ થઇ રહેતા તળિએ દોરી કે તાર ફેરવી ચાકથી છૂટો પાડી જમીન-પર મૂકી સૂકવે છે.

ચાક ફેરવવામાં રાખવાની સાવચેતી:—વારંવાર ચાકને વચમાં વચમા ફરવા ગતિ આપ્યા કરવી પડે છે, કામ ઝડપથી કરવું પડે છે, ગારાપર સરખું વજન રાખવું પડે છે અને એ સર્વ માટે એકચિત્ત થઇ કામ કરવું પડે છે. ભીના હાથ રાખવાથી ગારો હાથને ચોટતો નથી. ગારો પાણીના પાસથી નરમ થતો જાય છે તેથી ધાર્યા પ્રમાણે ઘાટ વાળી શકાય છે, બિનાશથી માટીનાં રજકણ પાસે પાસે આવી જાય છે, અંદરથી રજકણોની પોલમાં ભરાઇ રહેલી હવા બહાર નીકળી જાય છે અને વાસણ લીસું-સુંવાળુ બની શકે છે તેથી વારવાર હાથ જોઇએ તેટલા ભીના કરવા કાળજી રાખવી પડે છે. ઓછાવત્તા ભારથી તરેહવાર ઘાટના સંખ્યાબંધ વાસણો ચાકની મદદથી બનાવી શકાય છે તેથી જોઇતો દાબ આપવાનું શાખવું પડે છે.

કાચાં વાસણ ટપેરવાની રીતઃ—ચાકની મદદથી તૈયાર કરેલા વાસણો ગમે તેવાં સારાં હોય તો પણ કાચાં હોવાથી ઉપયોગમા આવતાં નથી તેમ આ વાસણો નરમ હોય છે તેથી ટકાઉ કરવાને કઠણ બનાવવાની જરૂર પડે છે. ચાકપરથી ઉતરેલાં વાસણ હવામાં રાખી ઠરવા દે છે. ઠરેલાં વાસણને

ગોળાવાળા હાથે અંદરથી ટેકો આપી બહારની બાજુએથી લાકડાના ટપલા (ચપટી મોગરી) વડે ટીપે (ટપેરે) છે એટલે બે તરફના દબાણથી સંકોચાઇ વાસણ સખત થાય છે.

વાસણ પકવવાની રીતઃ—તમામ વાસણ ટીપી તૈયાર કરતાં પકવવાને ભઠ્ઠી બનાવવામાં આવે છે. હારબંધ ૧૦૦–૨૦૦ વાસણ ગોઠવી (ભઠ્ઠી) નિમા તૈયાર કરાવવામાં આવે છે. વાસણપર કસુંબીના બીનાં (કાબરીનાં) છોડાં (છોતરા) કે ભાતનાં (ડાંગરના) છાલાં અથવા ધૂળ પાથરે છે અને ઉપર રાખથી ઢાંકી દે છે. ભઠ્ઠીમાં બે બાકોરાં રાખી તે માર્ગે બળતણ ભરી સળગાવે છે. ભઠ્ઠી બપોરથી સાંજ સુધી યા સાંજથી મધરાત સુધી સળગતી રાખી પછી ટાઢી પડવા દે છે અને વાસણો કાઢી લે છે. પાકેલાં વાસણ કાચકાથી ઓપી ભાતભાતનાં ચિત્ર અને રંગકામ કરવામાં આવે છે.

હિંદનું પ્રસિદ્ધ કુંભાર કામઃ—પાટણનું કુંભારકામ બહુ વખણાય છે. અંદર તરેહવાર કારીગરીવાળા (કરામતવાળાં) વાસણો તેઓ બનાવે છે. સિંધમાં અને ઉત્તરહિંદમાં કુંભાર કામ સારૂં થાય છે. ગુજરાતમાં પાટણ સિવાય ઘણાં સ્થળોએ સરસ ઓપેલાં વાસણો બનાવવામાં આવે છે છતાં કુંભાર કામમાં હિંદીઓ પાછળ છે. પરદેશોના જેવાં ચીનાઇ વાસણો, બરણી-ઓ વગેરે બનાવી શકતા નથી.

ઉચ્ચાલન.

રચનાઃ—ઉચ્ચાલન એ યાંત્રિકશક્તિ (યંત્ર–સાદું યંત્ર) છે. **એમાં મુખ્ય દાંડી છે.** દાડીને **ટેકો** હોય છે, દાડીપર **શક્તિ (બળ)** વપરાય છે અને એનાવડે **વજન ઉંચું કરાય છે** એટલે **દાંડીને ટેકો, શક્તિ અને વજન** હોય છે. આ ચારથી ઉચ્ચાલન થાય છે.

ઉચ્ચાલનના પ્રકારઃ—ટેકો, શક્તિ અને વજન જૂદી જૂદી રીતે ગોઠવ-વાથી ઉચ્ચાલન ૩ પ્રકારનાં થયાં છે. પહેલા પ્રકારનું, બીજા પ્રકારનું અને ત્રીજા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન.

૧ લા પ્રકારના ઉચ્ચાલનનું વર્ણનઃ—આ ઉચ્ચાલનમાં (દાંડીની) **વ-**

ચમાં ટેકો, એક છેડે વજન અને **બીજે છેડે શક્તિ** હોય છે.

પહેલા પ્રકારના ઉચ્ચાલનનાં ઉદાહરણઃ—૧ ત્રાજવાં, ૨ ત્રાંસ, ૩ કાંટા કે કપાણ, ૪ કાતર, ૫ લુહારની ધમણ વગેરે પહેલા પ્રકારનાં ઉચ્ચાલન છે. ત્રાજવાં, ત્રાંસ, કાંટા કે કપાણની દાંડીની વચમાં દોરડી, આંકડી કે સાકળવાળું કડું વગેરેનો ટેકો રાખવામા આવે છે. આ ટેકા આધારે દાડી હવામાં બે બાજુએ સમતોલ અધર રહે છે. એક છેડાના ત્રાજવામાં જોખવાનો બોજો મૂકીએ છીએ અથવા ત્રાસમા એક છેડાના કડાપર બોજો લટકાવીએ છીએ. આ બોજાનુ વજન તે તરફની દાંડી પર અસર કરે છે. આ વજન દાડીને એક છેડે હોય છે. દાંડીના બીજા છેડાના ત્રાજવામાં કે કડે કાટલાં મૂકવામાં કે લટકાવવામાં આવે છે. આ કાટલાના બળથી સામી તરફનો બોજો ઉચકાઇ તે તરફની દાડીને છેડે ઉચો થાય છે. આ કાટલાંની શક્તિથી બોજાવાળો છેડો ઉચો થાય છે તેથી એ કાટલાં **બળ–શક્તિ** કહેવાય છે. આ બળ દાંડીના છેડા ઉપર અસર કરે છે. આ રીતે ત્રાજવા, કપાણ કે કાટા, ત્રાસ વગેરેની દાંડીમા વચમા ટેકો, એક બાજુએ વજન અને બીજી બાજુએ શક્તિ છે તેથી એ પહેલા પ્રકારનાં ઉચ્ચાલન કહેવાય છે.

કાતરનાં બે ફચીઆયડાં એ બે દાંડાઓ છે. બે ફચીઆયડાને જોડનારી જડ બન્ને દાડીઓનો ટેકો દાંડીની વચમાં છે કાપવાનો કાગળ કે કપડુ દાડીઓના એક છેડા તરફ રહે છે તે વજન છે. કપડુ કે કાગળ કાપવા હાથ વડે બીજા છેડા ઉપર બળ કરીએ છીએ. **સાંડસી** પણ કાતરને મળતી બે દાડીના અને જડથી જડેલી છે. તેમા પણ જડ એ ટેકો છે. પકડવાની તપેલી, અંગારો કે જીવડું વજન દાડીને એક છેડે છે અને દાંડીઓના બીજા છેડાઓ ઉપર બળ કરી દબાવીએ છીએ તે શક્તિ બીજે છેડે છે. આ રીતે કાતર અને સાડસી પહેલા પ્રકારનાં બે ઉચ્ચાલન જોડી બનાવવામાં આવે છે.

લુહારની ધમણને જોડેલો વાંસ કે લાકડી દાંડી છે અને એ દાંડીને અધર રાખવા ટેકો વચમાં રાખવામાં આવે છે. દાંડીને એક છેડે ધમણ જોડવામાં

આવે છે તે વજન છે અને દાંડીને બીજે છેડે બળ કરી ઉંચી નીચી કરે છે તે શક્તિ છે. આ રીતે લુહારની ધમણુ પણુ પહેલા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન છે. **ભારે પત્થર ઉંચકવો હોય** ત્યારે બુધાનો છેડો પત્થર નીચે ઘાલી બીજે છેડેથી બુધાને જરા ઉચું કરી બુધાની નીચે બીજો નાનો પત્થર કે લાકડાનો ગોળવો મૂકીએ અને બુધાના ખુલ્લા છેડા ઉપર ભાર દઇ દબાવીએ એટલે ભારે પત્થરની નીચેનો બુધાનો છેડો ઉચો થાય છે. આમાં બુધું એ દાંડી છે, બુધા ઉપરનો મોટો પત્થર એ વજન દાંડીને એક છેડે છે, દાંડીને બીજે છેડે ભાર દઇએ છીએ તે શક્તિ દાંડીને બીજે છેડે છે. બુધાની નીચે મૂકેલો નાનો પત્થર કે ગોળવો એ ટેકો છે અને તે દાંડીની વચમાં છે તેથી આ પહેલા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન છે.

બીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનનું વર્ણન:—આ ઉચ્ચાલનની **દાંડીને એક છેડે ટેકો, વચમાં વજન** અને **બીજે છેડે શક્તિ હોય છે.**

બીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનનાં ઉદાહરણ:—સુડી, કમાડ અને **હોડી** વગેરે બીજા પ્રકારનાં ઉચ્ચાલન છે.

સુડીના બે ફ્ચીઆયડાં બે દાંડી છે. બે ફ્ચીઆયડાંની જડ એ બે દાંડીનો ટેકો છેડા ઉપર છે. કાપવા મૂકેલી સોપારી એ વજન છે અને તે દાંડીની વચમાં મૂકાય છે. સોપારી કાપવાને દાંડીને છેડે બળ વપરાય છે તે શક્તિ છે. **કમાડ** બારશાખ સાથે જોડાય છે તે ટેકો છે અને તે એક છેડે છે, કમાડ વજન છે અને તે વચમાં છે. કમાડ ઉઘાડવા કે વાસવાને બળ કરવું પડે છે તે શક્તિ બીજે છેડે (વપરાય) છે. કમાડની પહોળાઈ એ દાંડીની લંબાઇ છે. **હોડીમાં** પાણી ટેકો એક બાજુએ છે. હોડી વજન છે અને તે વચમાં હોય છે. ખલાસી બળ કરે છે તે શક્તિ બીજે છેડે (થાય) છે. હલેસુ કે વાંસ વાપરી હોડી ચલાવે છે ત્યારે વાંસ કે હલેસાનો એક છેડો ટેકો થાય છે. હોડી વજન વચમાં રહે છે અને વાંસને બીજે છેડે ખલાસી શક્તિ વાપરે છે, વાંસ કે હલેસુ દાંડી છે.

પત્થર નીચે બુધાનો છેડો દાખલ કરી બુધાનો બીજો છેડો ઉચો કરીએ તો બુધું એ દાંડી થાય છે. બુધાનો જમીનને અડેલો છેડો ટેકો છે

અને તે દાંડીને એક છેડે છે. પત્થર ઉંચો કરવા ખુષાને બીજે છેડે બળ વાપરીએ છીએ તે શક્તિ બીજે છેડે છે. પત્થર વજન છે અને તે દાંડી ઉપર વચમાં રહે છે.

ત્રીજા પ્રકારનાં ઉચ્ચાલનનું વર્ણન:—આ ઉચ્ચાલનમાં **દાંડીને એક છેડે વજન, વચમાં શક્તિ છે** અને **બીજે છેડે ટેકો હોય છે.**

ત્રીજા પ્રકારનાં ઉચ્ચાલનનાં ઉદાહરણ:—ચીપીઓ, પંજાવડે **વજન ઉંચકતો હાથ** વગેરે આ પ્રકારનાં ઉચ્ચાલન છે.

ચીપીઆની લંબાઈ એ દાંડીની લંબાઇ છે. ચીપીઆનાં બે કચીઆયડાંથી એ દાંડી બને છે. એ કચીઆયડાંનો મેળાપ એક બાજુએ થાય છે તે ટેકો છે અને તે દાંડીને એક છેડે છે. ચીપીઆવડે પકડવાની વસ્તુ વજન છે અને તે દાંડીને બીજે છેડે હોય છે. વજન પકડવા, ઉચું કરવા ચીપીઆની દાંડી ઉપર ભાર દઇએ છે તે શક્તિ વચમા (વપરાય) છે.

કોણીથી નીચેની હાથની લબાઇ એ દાંડીની લંબાઇ છે. હાથવડે પકડેલા વસ્તુ વજન છે અને તે દાંડીને એક છેડે હોય છે. વસ્તુ પકડવાને બળ હાથવડે કરીએ છીએ તે શક્તિ વચમા છે અને કોણીનો સાંધો એ ટેકો દાંડીને બીજે છેડે છે.

ઉચ્ચાલનની દાંડીના ભાગ:—૧ લા પ્રકારના ઉચ્ચાલનની દાંડીમા વચમાં ટેકો હોવાથી દાડીના ૨ ભાગ થાય છે (૧) **વજનની દાંડી** અને (૨) **બળની-શક્તિની દાંડી.** ટેકાથી વજન તરફની વજનની દાંડી અને ટેકાથી બળ તરફની શક્તિની દાંડી કહેવાય છે. ટેકો બરાબર મધ્ય ભાગે હોય છે ત્યારે બન્ને દાંડીની લબાઈ સરખી થાય છે અને ટેકો મધ્યમાં હોતો નથી ત્યારે એક દાંડી લાંબી અને બીજી ટુંકી હોય છે.

બીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનમાં ટેકો દાડીને એક છેડે હોય છે તેથી ટેકાવડે દાંડીના બે ભાગ થતા નથી પણ વજનથી દાંડીના બે ભાગ થાય છે એટલે વજનથી ટેકા સુધીનો એક ભાગ અને વજનથી શક્તિ સુધીનો એક ભાગ થાય છે. વજન વચમાં રાખીએ તો દાંડીના બે ભાગ સરખા થાય છે અને વજન આઘું પાછું ખસેડતાં ભાગ નાના મોટા થાય છે.

ત્રીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનમાં શક્તિ વચમાં હોય છે તેથી શક્તિથી વજન સુધીનો એક ભાગ અને શક્તિથી ટેકા સુધીનો બીજો ભાગ થાય છે. બળ આઘુ પાછું કરી દાંડીના ભાગ લાંબા ટુંકા કરી શકાય છે અને વચમાં બળ કરીને બે સરખા ભાગ કરી શકાય છે.

ઉચ્ચાલનથી થતા લાભ:—

(૧)લા પ્રકારના ઉચ્ચાલનની દાંડીની બન્ને તરફની લંબાઈ સરખી હોય અને બન્ને દાંડીનું વજન સરખુ હોય તો બળ જેટલું વજન ઉચું કરી શકાય છે એટલે ૫ શેર ધડાવાળું ત્રાજવું ૫ શેરના કાટલાં વડે સમતોલ કરી શકાય છે. **થોડા બળે (હલકાં કાટલાંથી) વધુ વજન ઉંચકવું હોય તો વજન તરફની દાંડી ટુંકી અને બળની દાંડી લાંબી રાખવી જોઇએ આ ઉચ્ચાલનોનો ખાસ લાભ છે.**

ત્રાસમાં વજનની દાંડી ટુંકી અને શક્તિની દાડી લાબી રાખવામાં આવે છે. બળની દાડી ઉપર કાપનાં નીશાન કરવામાં આવે છે તેથી ૫ શેરીથી આખી ગુણ સમતોલ કરી શકાય છે અને વજન કેટલું છે તે સમજી શકાય છે. પત્થર કે ભારે વસ્તુ બુધા વડે ઉપાડતા બુધા નીચે ગોઠવેલા ગોળવાથી બુધાના બે ભાગ થાય છે. આ બે પૈકી બળ કરવાની દાંડી લાબી રાખવાથી થોડા બળે વધુ વજન ઉચું થાય છે અને તેથી વ્યવહારમાં વારંવાર આ ગોઠવણનો ઉપયોગ કરવામા આવે છે. ધમણ ખેચવાની બળની દાડી લાંબી રાખવાથી ધમણ ઉપાડવાનુ બળ કમી કરવુ પડે છે. કઠણ ધાતુનાં પાતરા કાપવાનો કાતરોની (સોની અને કંસારાની કાતરોની પેઠે) બળ કરવાની દાંડીઓ લાંબી રાખવામા આવે છે તેથી માણસ પોતાના બળ કરતા પણ વધુ બળથી કપાય એવી ધાતુ થોડા બળે કાપી શકે છે.

(૨) બીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનમાં થોડા બળે વધુ બળનુ કામ કરવાને બળની દાડી વજન ગોઠવતી વખતે લાબી રાખવામા આવે છે. સુડીમાં સોપારી વચમાં ન રાખતાં ટેકા તરફની બાજુએ રાખી બળની દાંડી લાંબી કરીએ છીએ. ગોળવાના ટેકા વગર એકલા બુધાથી પત્થર વગેરે વજન ઉંચું કરવા બળ તરફનું બુધુ લાંબુ રાખીએ છીએ તેથી થોડા બળે ભારે વજન

ઉચું થાય છે. કમાડમાં બળની દાંડી લાંબી કરવા સાધન નથી તેથી કમાડના વજન જેટલું બળ કરીએ ત્યારે ખસે છે, છતાં એ વજન ટેકાને લીધે આઘું પાછું કરવા બળ વાપરવું સુગમ પડે છે છતાં એ લાભ છે.

(૩) ત્રીજા પ્રકારના ઉચ્ચાલનમાં વસ્તુ સજ્જડ પકડવા ચીપીઆને વચમાંથી ન પકડતાં વજન તરફથી પકડીએ છીએ એટલે એથી બળની દાંડી લાંબી અને વજનની ટુકી થાય છે. હાથ વડે વસ્તુ સજ્જડ પકડવા પણ છેડા તરફ બળ વધુ કરી બળની દાંડી લાંબી ટુંકી કરીએ છીએ અને એ રીતે વ્યવહારમાં ત્રણે પ્રકારનાં ઉચ્ચાલનોની ગોઠવણથી લાભ થાય છે.

બળની અસરનું પ્રમાણ:—બળની દાંડી વજનની દાંડી કરતાં જેટલાગણી લાંબી હોય તેટલાગણું વજન ઉચું થાય અથવા બળ કરતાં તેટલાગણું બળ વાપરી શકાય. ઉદાહરણ:—વજનની દાંડી ૨ ફીટ લાંબી અને બળની દાંડી ૧૨ ફીટ લાંબી રાખી હોય તો એક મણના કાટલાથી ૬ મણ વજન ઉચું કરી શકાય-જોખી શકાય અને એક મણ બળથી ૬ મણ બળ વાપરી શકાય. કાતરની બળની દાંડી ૭ ઇંચ લાંબી અને વજનની દાંડી ૧ ઇંચ લાંબી હોય તો ધાતુ કાપતી વખતે ૧ મણ શક્તિ વાપરતાં ૭ મણ શક્તિથી ધાતુ કપાય છે.

ત્રાજવાંથી કરવામાં આવતી ઠગાઇ:—લાંબી દાંડીવાળા ત્રાજવામાં કાટલું મૂકી દુકાનદાર માલ જોખી લે તો દુકાનદારને લાભ થાય છે, અને માલ વેચનારો વધુ માલ ખેંચાઈ જવાથી ઠગાય છે. માલ આપતી વખતે દુકાનદાર ટુંકી દાંડીવાળા ત્રાજવામાં કાટલુ મૂકી માલ જોખી આપે તો લેનારને માલ ઓછો મળે છે તેથી વ્યાપારીને લાભ થાય છે અને ખરીદનાર ઠગાય છે. એથી ઉલટી રીતે જોખતાં વ્યાપારી ઠગાય છે અને સામાને લાભ થાય છે. દાંડી સરખી લંબાઇની હોય પણ ભારે હલકી હોય ત્યારે કે ત્રાજવાં ભારે હલકાં હોય ત્યારે ધડા જેટલો માલ ઓછો વત્તો થાય છે પણ દાંડીની લંબાઇથી વધારે ઠગાય છે.

ગરગડી.

ગરગડીની રચના:—ગરગડીનો આકાર ગોળ વચમાં ઉંડી ખોભણવાળા પૈડા જેવો કે વચમાં ઉંડી ખોભણવાળા નળાકાર જેવો હોય છે. નળાકાર

ગરગડીની વચમાં બે છેડે બહાર રહે એવી ધરી રાખવામાં આવે છે અ-થવા ગરગડીને વચમાંથી પોલી રાખી લોઢાની ધરી ઉપર દાખલ કરવામાં આવે છે. આ ગરગડીની વચમાં દોરડું સમાઈ રહે એવી ખોભણ ખોદવામાં આવે છે. ગોળ ગરગડીને ટુંકા જડેલા આરા હોય છે અથવા આરાની વચ્ચેનો ભાગ પુરી દીધેલો હોય છે, પણ નળાકાર ગરગડીને આરા હોતા નથી. કોસ ખેંચવાના ચાકળા મોટી ગરગડીઓજ છે અને તેના આરા મોટા હોય છે. સૂતર વિંટવાનો ફાળકો ગરગડીજ છે. એમાં બે બાજુની દાંડીઓને આડી દોરી બાંધી ખોભણને બદલે વાપરવામાં આવે છે. કૂવામાંથી પાણી કાઢવાના આવા ફાળકા બનાવામાં આવે છે તે પણ મોટી અને પહોળી ગરગડી છે. એમાં ફાળકાની પેઠે આડી દાંડીઓ જડી ખોભણ બનાવવામાં આવે છે.

ગરગડી એ ઉચ્ચાલનજ છે:—એક મધ્યમાં વહેવાળી દાંડી લેવી. દાંડી-ને ઉચેના એક ખીલામાં ભેરવવી. ખીલા કરતા વહે મોટો રાખવો એટલે દાડી ઉચી નીચી કરી શકાય. ખીલાપર દાંડી સમતોલ રહે છે. દાંડીને એક છેડે દોરી બાંધી દોરીને બીજે છેડે એક કાટલું બાંધવું. કાટલાથી દાં-ડીનો તે તરફનો છેડો નીચો નમે છે અને સામી તરફનો છેડો ઉચો થાય છે. ઉચે છેડે દોરી બાધી ખેંચીએ તો ઉચો છેડો નીચો થાય છે, નીચે નમેલો છેડો ઉચો થાય છે, નીચો છેડો ઉચો થતા દોરીને ખેંચે છે અને દોરી કાટલાને ખેંચે છે તેથી કાટલું ઉચુ થાય છે. આ ખીલામાં ભેરવેલી દાંડી ૧ લા પ્રકારનું ઉચ્ચાલન છે, કેમકે એમાં ખીલે ભેરવેલો વહે ટેકો છે, કાટલું વજન છે અને તે દાંડીને એક છેડે છે અને કાટલું ઉંચકવા વાપ-રેલું બળ—શક્તિ બીજે છેડે (થાય) છે. ગરગડીમા પણ આવીજ ગોઠવણ છે. બે દાંડીઓ એક બીજા સાથે વચમાંથી કાટખૂણે જડી લેતાં ચાર આરા બને છે. આ આરા ગોળ ખોભણવાળું પાટીઉ જડી લેતાં ગરગડી બની જાય છે. ઉચ્ચાલનમાં દાંડીને એક છેડે કાટલું બાંધી બીજે છેડે શક્તિ વાપરી હતી તેને બદલે આ ખોભણમાં દોરી ઉપર ચઢાવી સામી બાજુએ નીચી લટકાવીએ છીએ, દોરીને છુટે છેડે કાટલાને બદલે ઘડો કે કોસ બાંધીએ છીએ, દોરીને બીજે છેડેથા ખેંચીએ છીએ એટલે દાંડીઓના છેડા

ગોળ ઉંચા નીચા ફરે છે તેથી દોરી ખસે છે અને વજન ઉંચું થાય છે. ગરગડીમાં એકને બદલે બે કે વધુ દાંડીઓ વચમાં જડવામાં આવે છે તે ટેકો છે. વજન તરફ છેડો રહે ત્યારે તે વજનની દાંડી અને શક્તિ તરફ છેડો રહે ત્યારે તે શક્તિની દાંડી કહેવાય છે. દરેક દાંડીનો દરેક ભાગ વારાફરતી શક્તિની દાંડી અને વજનની દાંડી થયા કરે છે. દાંડીની લંબાઈ દાંડીના છેડાઓ ઉપર જોડેલી ગોળ ખોભણના અર્ધ વર્તુલ જેટલી લાંબી હોય એમ વપરાય છે. આરા હોતા નથી ત્યારે ગોળ ગરગડીના વ્યાસની રેખા એજ દાંડીઓ છે.

જડેલી ગરગડી વાપરવાની રીતઃ—આરા સાધનારી કે નળાકાર ધરી ગરગડી સાથે સજ્જડ જડેલી હોય છે ત્યારે ધરી સાથે ગરગડી બે તરફની ખોભણોમાં ચક્કર ચક્કર ફર્યા કરે છે અને ધરીને ગરગડી સાથે ન જડતાં જડેલા સળીઆમાં પહેરાવવામાં આવે છે ત્યારે જડેલો સળીઓ ધરી થાય છે અને તે જડેલા સળીઆ ઉપર એકલી ગરગડી ફર્યા કરે છે. પ્રયોગો કરવામાં વપરાતી ગરગડીઓ સારી કારીગરીથી બનાવેલી, એકજ વજનની અને દોરીનું ઘર્ષણ ન થાય એવી હોવાથી બળની ગણતરી ચોકસ થઇ શકે છે તેમ વ્યવહારમાં વપરાતી ગરગડીઓ સારી કારીગરીવાળી હોય તેમ સારૂં કામ થાય છે. ગરગડી ફરતાં બળ કમી કરવું પડે, માટે ધરી દીવેલથી લીસી રાખવામાં આવે છે અને વહે બરાબર સંભાળવામાં આવે છે. આ ગરગડી ધરીવાળી હોય તો લાકડાં કે લોઢાના ઉભા ખોભણવાળા આરા સાથે અને ખોભણવાળી હોય તો ધરી સાથે છૂટી પડી નહિ જાય એમ રાખેલી હોવાથી જડેલી ગરગડી કહેવાય છે. ગરગડીની આસપાસની ખોભણમાં ઉપરથી દોરી પ્રસાર કરી દોરીનો છેડો સામી બાજુએ લટકાવી છેડે ઘડો વગેરે બાંધવામાં આવે છે. ઘડો કૂવામા ઉતરતી વખતે બળ વાપરવું પડતું નથી પણ ઘડાના વજનથી દોરડું ખેંચાઇ ગરગડી ફરે છે. માત્ર એકદમ દોરડું ખેંચાઇ ઘડો પાણી સાથે કે કૂવાની દિવાલ સાથે અથડાઇ ન જાય અથવા દોરડુ કૂવામાં તદ્દન ખેંચાઇ ન જાય તેટલી સંભાળથી ધીમે ધીમે ખસવા દેવામા આવે છે. કોસ પણ એજ રીતે **ચાકળા** પર જાડું દોરડું કે ચમડાનું દોરડું પ્રસારી ઉતારવામાં આવે છે. ઘડો કે કોસ પાણીથી ભરાતાં દોરી કે દોરડાને બીજી તરફ બળ વાપરી ખેંચવામાં આવે

છે એટલે દોરડું ખેંચાતાં ગરગડી કે ચાકળો ફરે છે અને ઘડો કે કોસ ઉંચો ચઢી ઉપર આવે છે. **ફાળકા રૂપી ગરગડી** હોય તો દોરડાનો એક છેડો ફાળકાની એક દાંડી સાથે બાંધી લઇ દોરડું ફાળકાની ઉપર લઈ જઇ નીચે થાળા તરફ લાવવામાં આવે છે, અને વળી ઉપર ચઢાવે છે અને એમ કૂવાની પાણીની સપાટીની ઉંડાઇ જેટલું લાંબું દોરડું ફાળકા ઉપર વિંટી બીજો છેડો છૂટો લટકતો રાખવામાં આવે છે. આ છૂટે છેડે ઘડો બાંધી મૂકી દે છે, એટલે ઘડાના વજનથી દોરડું ખેંચાય છે એટલે દોરડું ફાળકાને ફેરવી ઉકલી નીચે ઉતરે છે. દોરડું એકદમ ઉકલી ઘડો અથડાઈ ન જાય તેટલા માટે ફાળકાની દાંડીઓના છેડા ઉપર વજન આપ્યા કરી ફાળકાની ગોળ ફરવાની ગતિ ધીમી કરવામાં આવે છે. ઘડો ભરાઇ રહેતાં ફાળકાની દાંડીઓના છેડા ઉપર ભાર દઇ નીચા નમાવે છે અને એમ એક પછી એક નમાવતાં ફાળકો ચક્કર ચક્કર ગોળ ફરે છે એટલે ફાળકે બાંધેલું દોરડુ ખેંચાઇ ફાળકાની ચોતરફ વિંટાતું જાય છે અને એ રીતે બધું દોરડું વિંટાઇ રહેતાં ઘડો ઉપર આવે છે. ઉંચાં છાપરાં ઉપર ગરગડી ઉંચી જડી દોરીને ઉપર ચઢાવી નીચે ઉતારી એક છેડે ટોપલો બાંધી નળીઆં અને બીજો સામાન ચઢાવી શકીએ છીએ. વહાણના ડોલપર ગરગડી જડી ઉપર દોરી ભેરવી દોરીને એક છેડે સઢ બાંધે છે અને બીજે છેડે બળ વાપરી સઢ ઉંચા ચઢાવે છે કે ઉતારે છે.

ગરગડીથી થતા લાભઃ—ગરગડી વાપરતાં પણ વજનના જેટલુંજ સામું બળ વાપરવું પડે છે એટલે ૧૨ શેર વજનનો ઘડો ઉંચો ખેંચી કાઢવાને ૧૨ શેર બળ કરવું પડે છે પણ ગરગડી ઉંચી જડવાથી નીચા નમી ખેંચવું પડતું નથી, ગરગડી ગોળ ફરતી હોવાથી દોરડાને ઘસારો લાગતો નથી અને તેથી ઘસારા માટે વધારાનું બળ કરવું પડતું નથી. કૂવામાંથી નીચે નમી ઘડો ખેંચતાં શ્રમ લાગે છે પણ ગરગડી ઉંચી જડી ઉંચેથી નીચે ખેંચવાની દિશા બદલીએ છીએ તેથી વગર અગવડે અને વગર શ્રમે સગવડ પ્રમાણે બળ વાપરવાનું સુગમ થાય છે. છાપરા ઉપર ઉભા રહી ટોપલો ખેંચતાં કે હોડીના ડોલ ઉપર ચઢી સઢ ખેંચતાં અથવા સઢ લઇ નીચે ઉતરતાં શરીરને શ્રમ અને અગવડ વધુ પડે છે પણ ગરગડી ઉંચી જડી

દોરડું ઉપર લઇ જઇ નીચે લાવવાથી બળ કરવાની દિશા બદલતાં શ્રમ થોડો પડે છે અને સગવડથી બળ વાપરી શકાય છે અથવા ડોલ ઉપર ચઢવાની જરૂર પડતી નથી. ફાળકાથી દોરડું પકડી રાખવુ પડતું નથી અને નીચા નમવાની જરૂર પડતી નથી.

છૂટી ગરગડીનું વર્ણનઃ—છૂટી ગરગડી જડેલી ગરગડીના જેવીજ હોય છે, પણ જડેલી ગરગડી પાટડા વગેરે સાથે જડવામાં આવે છે ત્યારે છૂટી ગરગડી દોરડાના ટેકા ઉપર ખોભણુ રાખી છૂટી રાખવામાં આવે છે અથવા ગરગડીની આસપાસ દોરી-દોરડુ વિંટાળી રાખવામાં આવે છે.

***છૂટી ગરગડી વાપરવાની રીતઃ**—દોરડાનો એક છેડો આંકડા સાથે બાંધે છે અને દોરડા ઉપર છૂટી ગરગડી રાખી દોરડાનો બીજો છેડો જડેલી ગરગડી ઉપર પ્રસારી નીચે લાવવામાં આવે છે. છૂટી ગરગડીની નીચેના આંકડાપર ઉચકવાનું વજન લટકાવવામાં આવે છે. છૂટો છેડો ખેંચતાં કે કાટલું બાંધતાં દોરી ખેંચાય છે તેથી જડેલી ગરગડી ફરે છે અને દોરી ઉંચી થતા છૂટી ગરગડી ઉંચી થતી જાય છે તેથી તેને લટકાવેલું વજન પણ ઉંચું થાય છે. એક કરતાં વધુ છૂટી ગરગડીઓ હોય તો વચમાંની ગરગડીઓની ચોતરફ ખોભણુમા દોરડુ ફરી વળે છે અને વજન છેક નીચેની ગરગડીને જોડે છે.

છૂટી ગરગડીઓ વાપરવાથી લાભ:—જડેલી ગરગડી સાથે છૂટી ગરગડી વાપરવાથી ભાર ઉપાડવાનું વધુ સુગમ થાય છે. એકલી જડેલી ગરગડીથી વજન જેટલું બળ કરવું પડે છે પણ સાથે છૂટી ગરગડી વાપરવાથી કમી બળથી વધુ વજન ઉચકાય છે અને જેમ જેમ છૂટી ગરગડીઓ વધતી જાય છે તેમ તેમ બળ કમી કમી કરવું પડે છે.

વ્યવહારમાં એકલી જડેલી ગરગડીજ વપરાય છે, પણ ભારે પત્થર ઉંચકવા, ભારે વજનવાળી બોટો, યંત્રો વગેરે પાણીમાં ઉતારવા કે કિનારે કાઢવા આ છૂટી ગરગડીઓ વપરાય છે. આ છૂટી ગરગડીઓથી પણ જડેલી ગરગડીની પેઠે બળ કરવાની દિશા બદલીએ છીએ તેથી સગવડતાથી થોડા

---

* આ ગરગડીઓ ૩ રીતે ગોઠવાય છે અને ત્રણેની વાપરવાની રીત જૂદી જૂદી છે. અહીં માત્ર સામાન્ય સમજ આપી છે અને તે પણ એકજ પ્રકારની છે.

અમે બળ વાપરી શકાય છે. દર છૂટી ગરગડીએ અર્ધું બળ કમી કરવું પડે છે એટલે જડેલી ગરગડીથી ૮ મણ બોજો ઉંચો કરવા ૮ મણ બળ કરવું પડે છે, જડેલી ગરગડી સાથે છૂટી ગરગડી રાખીએ તો ૮ મણ બોજો ઉચકવાને ૪ મણ બળ કરવુ પડે છે, ૨ છૂટી ગરગડી વાપરીએ તો ૨ મણ બળ કરવું પડે છે અને એ રીતે લાભ વધતો જાય છે.

છૂટી ગરગડીથી નુકશાન:—છૂટી ગરગડીથી જેટલું બળ કમી કરવું પડે છે તેટલો વખત વધુ લાગે છે. જડેલી ગરગડીથી પત્થર ઉચકતાં ૧૦ મિનિટ લાગે તો સાથે ૧ છૂટી ગરગડી વાપરતાં ૨૦ મિનિટ લાગે, ૨ છૂટી ગરગડી વાપરતાં ૪૦ મિનિટ લાગે, ૩ છૂટી ગરગડી વાપરતાં ૧૬૦ મિનિટ લાગે અને એમ વખત વધતો જાય છે. વખત વધતો જાય છે પણ બળ કમી કરવું પડે છે તેથી ભારે વસ્તુઓ ઉંચી કરવા છૂટી ગરગડીઓ વપરાય છે અને સાધારણ કામમાં બહુ બળની જરુર પડતી નથી ત્યારે વખત બચાવવા વ્યવહારમા એકલી જડેલી ગરગડીજ વાપરવામાં આવે છે.

રેંટ.

રેંટની રચના:—રેંટ=પૈડુ અને ધરી, રેટમાં એક ધરી હોય છે અને ધરીની એક બાજુએ પૈડુ જડેલું હોય છે. પૈડુ ગરગડીજ છે. ધરી અને પૈડાને બદલે એક મોટું અને એક નાનું પૈડુ એકજ ધરીપર જડતાં પણ રેટ બને છે. બે પૈડાના આ રેટમાં નાના પૈડા–ગરગડીની ખોભાણ પહોળી રાખવામાં આવે છે. ઘણું કરીને બે પૈડાવાળા રેંટ કરતાં ધરી અને એક પૈડાવાળો રેંટ વધુ વપરાય છે.

રેંટનો ઉપયોગ કરવાની રીત:—નાની ગરગડી સાથે અને તે ન હોય તો નાની ગરગડીરૂપ ધરી સાથે દોરડાનો એક છેડો બાંધી લેવામાં આવે છે. (મોટા) પૈડાના પ્રરિપને બળ લગાડી ગતિ આપવામાં આવે છે એટલે (મોટું) પૈડુ ફરતાં તેને જડેલી કે ધરી સાથે જડેલી નાની (ગરગડી) ફરે છે. ધરી ફરતાં (ધરી સાથે બાંધેલું) દોરડું ધરી ઉપર વિંટાય છે અને દોરડુ વિંટાતાં બીજે છેડે બાંધેલું વજન ઉંચું થાય છે. પૈડું ઉલટી દિશામાં ફેરવતાં વિંટાયેલુ દોરડું ઉકળતું જાય છે તેમ તેમ બીજે છેડે–છૂટે છેડે બાંધેલું વજન નીચું ઉતરતું જાય છે.

રેંટનો ઉપયોગઃ—રેંટથી બળ કરવાની દિશા ગરગડીની પેઠે બદલાય છે તેથી બળ સગવડતાથી વાપરી શકાય છે. પૈડાનો વ્યાસ મોટો હોય છે અને ધરીનો વ્યાસ નાનો હોય છે તેથી પૈડા ઉપર થોડું બળ વાપરતાં વધું વજન ઉચું નીચું કરી શકાય છે. જેમ પૈડાનો પરિધ (કે વ્યાસ) ધરીના પરિધ (કે વ્યાસ) કરતાં મોટો રાખીએ તેમ થોડા બળે વધુ વજન ઉચું નીચું કરી શકાય. ધરીપર દોરડું વિંટાતાં ધરીનો પરિ ધમોટો થતો જાય છે તેથી એ લાભ કમી થતો જાય છે પણ ધરી ઉપરથી દોરડું ઉકલતું જાય છે તેમ તેમ ધરીનો પરિધ નાનો થતો જાય છે. આ રીતે કૂવામાંથી ઘડો કાઢતાં જેમ જેમ ઘડો ઉપર આવતો જાય તેમ તેમ ધરી ઉપર દોરડું વિંટાઇ (દોરડા ઉપર ફરી ફરી દોરડું વિંટાતાં) ધરીનો પરિધ —ઘેર વધતો જાય છે તેથી બળ વધુ વધુ કરવુ પડે છે. બંદર ઉપર વહાણોમાંનો માલ કાંઠા ઉપર લાવવા આ યંત્રનો ઘણો ઉપયોગ થાય છે તેમ વહાણનુ ભારે લંગર ખેંચી લેવામાં પણ આ યત્ર વપરાય છે. કૂવામાંથી પાણી કાઢવામાં પણ આ યંત્રનો (ક્વચિત્) ઉપયોગ થાય છે.

રેંટથી બળ વાપરતાં ઉંચકાતા વજનનું પ્રમાણઃ—પૈડાનો વ્યાસ ધરીના વ્યાસ કરતા અથવા પૈડાનો પરિધ—ઘેર ધરીના પરિધ કરતાં જેટલા ગણો મોટો હોય તેટલાગણું વજન (બળ કરતાં તેટલાગણું વજન) ઉચુ નીચું થાય છે. પૈડાનો વ્યાસ ૧૨ ઇંચ અને ધરીનો વ્યાસ ૪ ઇંચ હોય તો ૧૨ ÷ = ૩ ગણું વજન (બળ કરતાં) ઉચ્ચુ નીચું થાય એટલે ૧ શેર બળથી ૩ શેર વજન કે ૪ શેર બળથી ૧૨ શેર વજન ઉંચું નીચું કરી શકાય, એજ રીતે પરિધના પ્રમાણથી પણ કેટલું વજન કેટલા બળે ઉંચકાય તે સમજી શકાય છે.

રેંટ એ ઉચ્ચાલનજ છે:—પૈડાના વ્યાસ એ ઉચ્ચાલનની દાંડીઓ છે અને વ્યાસના મધ્ય ભાગ ટેકા છે. ધરીનો વ્યાસ એ દાંડીઓ છે અને મધ્ય બિંદુ ટેકા છે. પૈડાની બહારના ઘેર પર બળ લગાડાય છે અને ધરીના ઘેર ઉપર વજન રહે છે તેથી રેંટ ઉચ્ચાલન છે.

સમાપ્ત.

જાહેર ખબર.

મે. રા. રા. વડોદરા રાજ્યના વિદ્યાધિકારી સા૦ ના ઠરાવ નં. ૧૪૮ તા. ૧૨-૬-૧૨ થી શાળાઓની લાયબ્રેરી ખાતે ખરીદવા મંજુર થયેલાં અને કેળવણી માસિકમાં નવેમ્બર સને ૧૯૧૨ ના પૃષ્ઠ ૯૪ ઉપર નંબર ૧૦૫૦, ૧૦૫૧ થી પ્રસિદ્ધ થયેલાં (આવૃત્તિ બીજી સુધારેલી અને વધારી સરળ કરેલી) પુસ્તકો.

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા. ૧ લો. ધો. ૫ માટે રૂ. ૦-૪-૦.

સૃષ્ટિશાસ્ત્ર ભા. ૨ જો. ધો. ૬ માટે રૂ. ૦-૪-૦.

મળવાનાં સ્થળઃ—

૧ **જીવનલાલ અમરશી મહેતા.**
પ્રિન્ટિંગ વર્ક એન્ડ બુકસ એજન્સી, પીરમશા રોડ—અમદાવાદ.

૨ **મોહનલાલ મનસુખરામ** શાહ બુકસેલર્સ લ્હેરીપુરા—વડોદરા.

૩ મણીલાલ મૂળજીભાઇ બુકસેલર—પેટલાદ.

૪ એન. એમ. ત્રિપાઠી અને કંપની,
બુકસેલર્સ કાલબાદેવી રોડ—મુંબાઈ.

૫ મગનભાઈ મથુરભાઈ બુકસેલર—ભાદરણ.

૬ હીરાભાઈ ઝવેરભાઈ બુકસેલર—સોજીત્રા.

૭ કર્ત્તા પાસેથી—પાદરા.

૮ દેસાઈ બ્રધર્સ કંપની—સિદ્ધપુર અને મહેસાણા.